

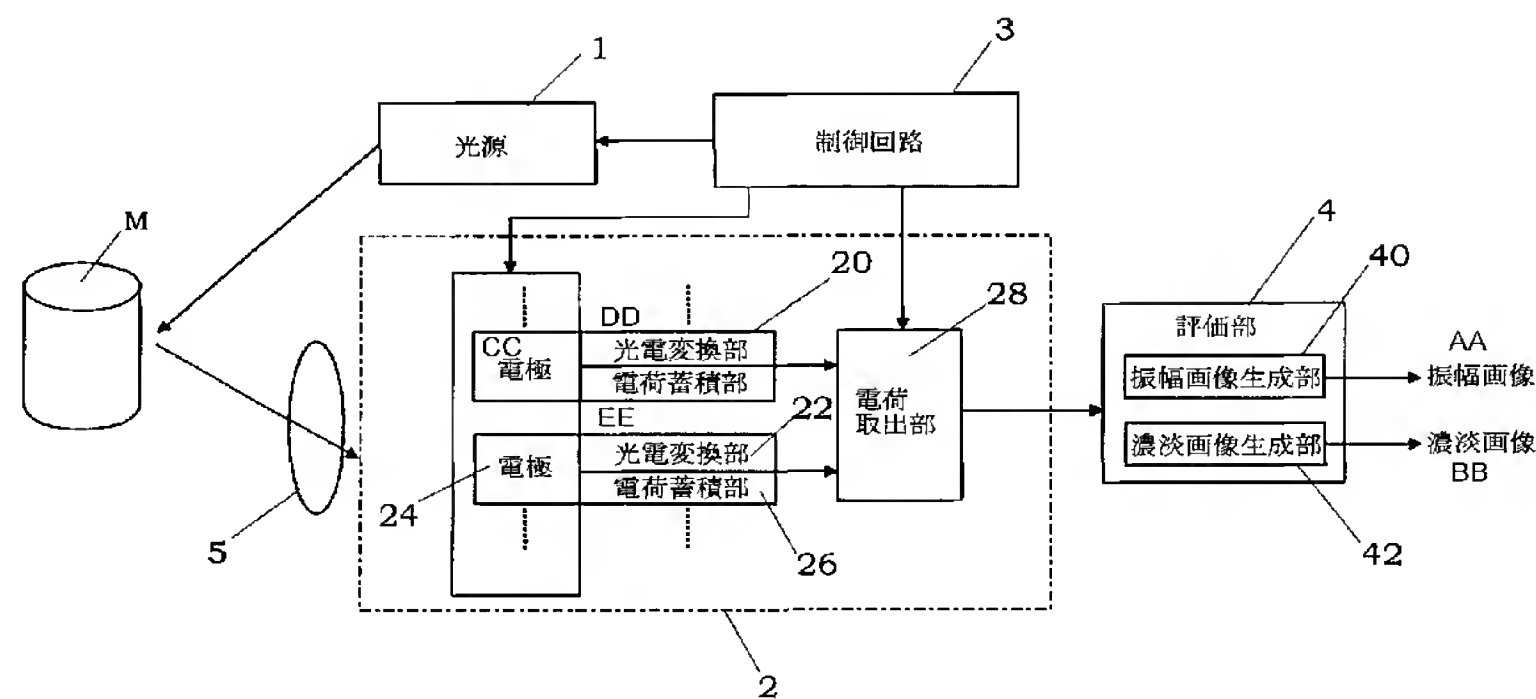


- (51) 国際特許分類:  
H04N 5/335 (2006.01) H01L 27/148 (2006.01)  
G06T 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/019516
- (22) 国際出願日: 2005 年 10 月 24 日 (24.10.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2004-310012  
2004 年 10 月 25 日 (25.10.2004) JP  
特願 2004-347712  
2004 年 11 月 30 日 (30.11.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電工株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河原 英喜 (KAWAHARA, Hideki) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 井狩 素生 (IKARI, Motoo) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 萩尾 健一 (HAGIO, Kenichi) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 中元 栄次 (NAKAMOTO, Eiji) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 西川 恵清, 外 (NISHIKAWA, Yoshikiyo et al.); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田 1 丁目 1 2 番 1 7 号 梅田第一生命ビル 5 階 北斗特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

/ 続葉有 /

(54) Title: SPATIAL INFORMATION DETERMINING APPARATUS

(54) 発明の名称: 空間情報検出装置



1 LIGHT SOURCE  
3 CONTROL CIRCUIT  
24 ELECTRODE  
22 PHOTOELECTRIC CONVERTING PART  
26 CHARGE STORING PART  
28 CHARGE EXTRACTING PART  
4 EVALUATING PART  
40 AMPLITUDE IMAGE GENERATING PART  
42 GRAY-SCALE IMAGE GENERATING PART  
AA AMPLITUDE IMAGE  
BB GRAY-SCALE IMAGE  
CC ELECTRODE  
DD PHOTOELECTRIC CONVERTING PART  
EE CHARGE STORING PART

(57) Abstract: A spatial information determining apparatus capable of precisely determining information of a target space. This apparatus comprises a plurality of photoelectric converting parts that receive a reflected light from a space to which a flash light is irradiated; a charge storing part formed, on each photoelectric converting part, by applying a control voltage to a plurality of electrodes provided on each photoelectric converting part; control means for controlling the number of electrodes, to which the control voltage is to be applied, such that the area of the charge storing part is different based on the flash period of the flash light; and an amplitude image generating part for generating an amplitude image having pixel values each of which is the difference between the charge stored by a charge storing part during the light up of the flash light and the charge stored by another charge storing part during the light out of the flash light.

/ 続葉有 /



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 対象空間の情報を正確に検出できる空間情報検出装置を提供する。この装置は、点滅光が照射されている空間から反射光を受光する複数の光電変換部と、各光電変換部上に設けられる複数の電極に制御電圧を印加することによって光電変換部に形成される電荷蓄積部と、点滅光の点滅周期に基づいて電荷蓄積部の面積が異なるように、制御電圧が印加される電極の数を制御する制御手段と、点滅光の点灯期間において電荷蓄積部によって集積された電荷と、点滅光の消灯期間において別の電荷蓄積部によって集積された電荷との差分を各画素値とする振幅画像を生成する振幅画像生成部とを備える。

## 明 細 書

### 空間情報検出装置

### 技術分野

- [0001] 本発明は、強度変調した光が照射されている対象空間からの反射光を受光し、対象空間についての情報を検出する空間情報検出装置に関するものである。

### 背景技術

- [0002] 近年、対象空間に光を照射し、対象空間から提供される反射光を受光して対象空間内における対象物の存在やその輪郭や形状といった空間情報を検出する装置が、ファクトリーオートメーションでの品質管理、空港や駅などでの防犯システム、家庭用TVインターフォンなどの種々の分野で実用化されている。
- [0003] たとえば、特開2001-148808号公報は、環境光の影響を排除して被写体を明瞭に撮影することのできる固体撮像装置について記載している。この固体撮像装置は、1個のフォトダイオードに対して2個の電荷蓄積用のCCDが設けられ、発光部の点灯時と消灯時における受光電荷をそれぞれのCCDに蓄積し、それらの間の差分信号を用いて背景光の影響を相殺している。
- [0004] また、国際公開2004/090994号パンフレットは、開口率が大きく、S/N比に優れる空間情報検出装置について記載している。この空間情報検出装置は、受光強度に対応する量の電荷を生成する光電変換部と、光電変換部上に設けられる電極に制御電圧を印加することにより光電変換部内に形成され、光電変換部に生成した電荷を集積する電荷集積領域と、電荷集積領域から電荷を出力する電荷放出部と、制御電圧を制御して電荷集積領域の大きさを変化させる感度コントローラとを備えている。
- [0005] しかしながら、上記した装置には、環境光の影響を排除する以外に、空間情報の検出効率の向上、検出した情報の効果的な評価方法、受光出力が飽和する場合等の特殊な状況下における検出装置の動作安定性、および複雑な装置構造の簡略化等の観点から依然として改善の余地がある。

### 発明の開示

- [0006] したがって、本発明の主たる目的は、環境光の影響を有効に軽減できるとともに、比較的簡単な構造で空間情報を精度良く検出することのできる空間情報検出装置を提供することにある。
- [0007] すなわち、本発明の空間情報検出装置は、  
所定周波数の変調信号で強度変調した光が照射されている対象空間から光を受光し、受光強度に相当する電気出力を生成する少なくとも2つの光電変換部；  
各光電変換部上に設けられる少なくとも1つの電極；  
前記少なくとも1つの電極に制御電圧を印加することにより光電変換部内に形成され、前記光電変換部に生成した電荷の少なくとも一部を集積する電荷蓄積部；  
前記変調信号の位相における異なる2区間において電荷蓄積部の面積が異なるように、前記少なくとも1つの電極に印加される制御電圧を制御する制御手段；  
電荷蓄積部に集積された電荷を出力する電荷取出部；および  
一方の光電変換部に形成された電荷蓄積部によって前記2区間の一方において集積された電荷と、他方の光電変換部に形成された電荷蓄積部によって前記2区間の他方において集積された電荷との差分を用いて対象空間を評価する評価部とを具備することを特徴とする。
- [0008] 本発明によれば、電極に印加する制御電圧を制御することにより、光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積を変えることができるので、光電変換部に入射する光量を調節するためのシャッタや絞りを設ける場合に比して、比較的簡単な構造の空間情報検出装置を提供することができる。また、1個の光電変換部の使用により、変調信号の位相における異なる2区間の各期間に電荷を集積し、評価する場合に比して、変調信号の位相における異なる2区間の各期間の電荷を一括して取り出し、評価することができるので、空間情報の検出／評価をより効率よく行える。
- [0009] 本発明の好ましい実施形態において、上記少なくとも2つの光電変換部は、点滅光が照射されている対象空間から光を受光し、制御手段は、点滅光の点灯期間と消灯期間において電荷蓄積部の面積が異なるように制御電圧を制御し、評価部は、一方の光電変換部に形成された電荷蓄積部によって点滅光の点灯期間において集積された電荷と、他方の光電変換部に形成された電荷蓄積部によって点滅光の消灯期



間において集積された電荷との差分を用いて対象空間を評価する。この場合、制御手段は、各光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積が点滅光の点滅のタイミングと同期して変化するように制御電圧を制御することが好ましい。また、制御手段は、一方の光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積が消灯期間より点灯期間において大きく、他方の光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積が点灯期間より消灯期間において大きくなるように制御電圧を制御することが好ましい。さらに、制御手段は、点灯期間において一方の光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積が、消灯期間において他方の光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積に等しくなるように制御電圧を制御することが好ましい。

[0010] 上記空間情報検出装置の評価部は、上記差分を画素値とする振幅画像を生成する振幅画像生成部を含むことが好ましい。この場合は、対象物を背景に対して強調した画像、特に背景を除去した対象物の画像が得られ、対象物についての形状や寸法の認識に効果的である。

[0011] 上記空間情報検出装置は、振幅画像生成部に加え、各画素が、点滅光の点灯期間と消灯期間の一方において電荷蓄積部によって集積された電荷量と、点灯期間と消灯期間の両方において電荷蓄積部によって集積された電荷量の平均のいずれかを画素値とする濃淡画像を生成する濃淡画像生成部をさらに含むことが好ましい。

[0012] この構成によれば、振幅画像に加えて対象空間からの光量を反映した濃淡画像を得ることができ、しかも振幅画像と濃淡画像との各画素値は対象空間の同じ位置に対応付けられるから、対象物の領域を除いた背景のみの画像を容易に生成できる。さらに、振幅画像を得るために電荷取出部から取り出した受光出力を用いて濃淡画像を生成することができるので、振幅画像と濃淡画像の両方を効率よく得ることができる。

[0013] 本発明の別の好ましい実施形態にかかる空間情報検出装置はさらに、上記振幅画像生成部で生成された振幅画像に基づいて、対象空間内に存在する物体の特徴量を抽出する特徴量抽出部と、前記特徴量を予め作成したテンプレートと照合して類似度を算出する類似度演算部と、前記類似度が所定値以上である時、前記物体をテンプレートに相当する対象物として認識する対象物認識部とを備える。また、上記

物体が顔である場合は、顔の特微量に基づいて事前に作成した顔テンプレートを記憶するテンプレート記憶部をさらに備え、対象物認識部は、特微量抽出部によって抽出された顔の特微量とテンプレート記憶部に記憶された前記顔テンプレートとの間の類似度が所定値以上である時、前記顔が顔テンプレートに相当する人であると認識することが好ましい。この場合は、環境光の影響を受けることなく、顔の認証判断を精度良く行えるという効果がある。

[0014] 本発明のさらなる好ましい実施形態にかかる空間情報検出装置は、変調信号の位相における異なる2区間の少なくとも一方において電荷蓄積部によって集積された電荷量を所定の閾値と比較する飽和判定部と、その比較結果に基づいて、上記受光強度に相当する電気出力を調節する出力調節手段を備える。

[0015] この構成によれば、飽和判定部が、電荷量が閾値より大きい、すなわち、受光出力が飽和したと判定すると、受光出力が低減されるように出力調節手段は光電変換部の電気出力を低下させる。受光出力の差分に基づいて空間情報を評価する場合、差分を求めるために使用される受光出力の一方でも飽和していると、有意の空間情報が得られない。特に、両受光出力がともに飽和した場合、差分結果は零であり、対象物と背景との区別ができなくなる。しかしながら、本発明によれば、環境光が多く存在する屋外などで空間情報検出装置を使用する場合であっても、受光出力の飽和状態が飽和判定部によって判定され、その判定結果に基づき、出力調節手段によって受光出力の飽和が抑制される。したがって、受光出力が飽和するような環境下であっても、受光出力の差分から有意の空間情報を安定して抽出することができる。尚、後述する実施形態で詳細に述べるように、出力調節手段は、受光出力が飽和しないように、光電変換部、光源、および受光光学系の少なくとも一つを制御することが特に好ましい。

[0016] また、本発明の空間情報検出装置は、上記変調信号の位相における異なる2区間の少なくとも一方において電荷蓄積部によって集積された電荷量を所定の閾値と比較する飽和判定部を備え、上記評価部は、電荷量が閾値より大きい時、上記差分に代えてあらかじめ設定された差分値を用いて対象空間を評価することが好ましい。この場合は、あらかじめ設定された差分値として、差分が取りうる最大値を用いることで

、振幅画像において受光出力が飽和している部位を背景と区別することができる。

[0017] また、本発明の空間情報検出装置は、上記変調信号の複数周期に相当する蓄積時間において、上記変調信号の位相における異なる2区間の各々で蓄積された電荷量を所定の閾値と比較する飽和判定部と、その比較結果に基づいて前記蓄積時間を変化させ、上記受光強度に相当する電気出力を調節する出力調節手段を備えることが好ましい。この場合は、受光量が多ければ蓄積時間を短くして応答性を高めることができる。また、受光量が少ない場合は、蓄積時間が長くなるものの、ノイズレベルの抑制に効果がある。尚、蓄積時間は各区間の1回の時間と周期数(蓄積回数)との積になる。あるいは、飽和判定部は、上記変調信号の1周期において、上記変調信号の位相における異なる2区間の各々で蓄積された電荷量を所定の閾値と比較し、出力調節手段は、その比較結果に基づいて異なる2区間の少なくとも一方の長さを変化させ、上記受光強度に相当する電気出力を調節するようにしてもよい。

[0018] 本発明のさらなる目的および効果は、以下の本発明の好ましい実施形態からより詳細に理解されるだろう。

#### 図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第1実施形態にかかる空間情報検出装置を示すブロック図である。

[図2](A)および(B)は、空間情報検出装置に用いる受光素子の動作説明図である。

[図3](A)および(B)は、光源の点滅周期と反射光の受光周期を示す図である。

[図4](A)および(B)は、光源の点灯時と消灯時における電荷集積部の状態を示す概略図である。

[図5]環境光の強度が変化する場合における受光素子の出力を示すグラフである。

[図6](A)および(B)は、光源の点滅周期と反射光の受光周期を示す図である。

[図7](A)および(B)は、第1実施形態の第2変更例にかかる光源の点灯時と消灯時における電荷集積部の状態を示す概略図である。

[図8](A)および(B)は、第1実施形態の第3変更例にかかる光源の点灯時と消灯時における電荷集積部の状態を示す概略図である。

[図9]本発明の第2実施形態にかかる空間情報検出装置を示すブロック図である。

[図10](A)は濃淡画像の一例であり、(B)は(A)の振幅画像であり、(C)は(A)の振幅微分画像であり、(D)は(A)の振幅勾配方向画像である。

[図11](A)および(B)は、振幅画像から振幅勾配方向画像を求める方法の説明図である。

[図12](A)～(C)は、対象物として顔の特徴点を抽出する方法の説明図である。

[図13](A)～(C)は、振幅勾配方向画像から特徴量を抽出する方法の説明図である。

[図14]本発明の第3実施形態にかかる空間情報検出装置を示すブロック図である。

[図15](A)～(D)は、第3実施形態にかかる空間情報検出装置によって得られる画像を示す概略図である。

[図16]第3実施形態にかかる空間情報検出装置の動作を示すフローチャートである。

## 発明を実施するための最良の形態

### [0020] <第1実施形態>

図1に示すように、本発明の第1実施形態にかかる空間情報検出装置は、点滅光を対象空間に照射する光源1と、対象空間からの光を受光する受光素子20を半導体基板上に複数個配列してなるイメージセンサ2と、光源1およびイメージセンサ2を制御するための制御回路3、イメージセンサ2の出力から対象空間を評価する評価部4として振幅画像を生成する振幅画像生成部40と、濃淡画像を生成する濃淡画像生成部42とで主として構成される。尚、図中、番号5は、受光光学系であり、これを介して対象空間からの光がイメージセンサ2に入射する。

[0021] 光源1としては、たとえば、多数個の発光ダイオードを一平面上に配列したものや、半導体レーザと発散レンズとを組み合わせたものを用いることができる。光源1から照射される光は、赤外線と可視光とのどちらであってもよい。赤外線を用いれば、夜間でも光源1の点灯に気付かれることがないから監視カメラなどの目的に適した構成になる。一方、可視光を用いれば、人が目で見るときの状態に近い画像を得ることができる。光源1は、制御回路3から出力される所定の周波数の変調信号によって駆動される。本実施形態では、変調信号に方形波を用い、周波数は10～100kHzから選



択し、デューティ比は50%としてある。したがって、光源1は10～100  $\mu$ sの周期で点灯と消灯とを同じ時間ずつ交互に繰り返す点滅光を提供する。この点滅周期は人間の目では認識できない程度の短い周期に相当する。尚、上記した周波数およびデューティ比の値は例示であり、光源1や評価すべき空間情報の内容に応じて周波数およびデューティ比は適宜に設定可能である。

[0022] イメージセンサ2の受光素子20の各々は、対象空間からの光を受光し、受光強度に相当する電気出力を生成する光電変換部22と、光電変換部22上に設けられる複数の電極24と、電極24に制御電圧を印加することにより光電変換部内に形成され、光電変換部に生成した電荷の少なくとも一部を集積する電荷蓄積部26と、電荷蓄積部26に集積した電荷を取り出すための電荷取出部28とを有する。たとえば、図2に示すように、各受光素子20は、不純物を添加したシリコンなどの固体からなる半導体層11と、半導体層11の主表面の全面に亘って形成される酸化膜のような絶縁膜12と、半導体層11に絶縁膜12を介して形成される電極24とを具備する。この種の受光素子20はMIS素子として知られた構造であるが、1個の受光素子20として機能する領域に複数個の電極24を備える点が通常のMIS素子とは異なる。絶縁膜12および電極24は光を透過する材料で形成され、絶縁膜12を通して半導体層11に光が入射すると、半導体層11の内部に電荷が生成される。つまり、受光素子20の受光面は図2における半導体層11の主表面(上面)になる。図示例の半導体層11の導電形はn形であり、光の照射により生成される電荷として電子eを利用する。

[0023] 上記した受光素子20において、電極24に正の制御電圧+Vを印加すると、半導体層11には電極24に対応する部位に電子eを集積するポテンシャル井戸(空乏層)14が形成される。つまり、半導体層11にポテンシャル井戸14を形成するように電極24に制御電圧を印加した状態で光が半導体層11に照射されると、ポテンシャル井戸14の近傍で生成された電子eの一部はポテンシャル井戸14に捕獲され、残りの電子eは半導体層11の深部での再結合により消滅する。また、ポテンシャル井戸14から離れた場所で生成された電子eも半導体層11の深部での再結合により消滅する。つまり、光が照射されると半導体層11が電荷を生成する光電変換部22として機能し、ポテンシャル井戸14は電荷を集積して保持する電荷蓄積部26として機能する。

- [0024] また、ポテンシャル井戸14は制御電圧を印加した電極24に対応する部位に形成されるから、制御電圧を印加する電極24の個数を変化させることにより半導体層11の主表面に沿ったポテンシャル井戸14の面積を変化させることができる。半導体層11で生成された電荷のうちポテンシャル井戸14に集積される電荷の割合は、ポテンシャル井戸14の面積が大きいほど多くなる。後述するように、本発明では、ポテンシャル井戸14に集積した電荷を利用するから、ポテンシャル井戸14の面積を大きくするほど感度を高めたことになる。要するに、電極24に印加する制御電圧を変化させることで、電荷蓄積部26として作用するポテンシャル井戸14の面積が変化し、結果的に光電変換部22の感度が制御可能になる。
- [0025] たとえば、受光素子20が5個の電極24を有する時、図2(A)に示すように、内側3個の電極24に制御電圧+Vを印加し、外側2個の電極24には電圧を印加しない(0V)場合は、図2(B)に示すように、中心の1個の電極24のみに制御電圧+Vを印加し、残りの4個の電極24には電圧を印加しない(0V)場合と比べると、電荷蓄積部であるポテンシャル井戸14が受光面に占める面積が大きくなる。したがって、図2(A)の状態の方が図2(B)の状態に比較して同じ光量に対してポテンシャル井戸に集積される電荷の割合が多くなり、これは光電変換部の感度が高いことを意味する。
- [0026] イメージセンサ2としては、1枚の半導体基板上に設定した二次元正方格子の格子点上にそれぞれ上述した構成の受光素子20を配置して構成でき、たとえば100個×100個の受光素子20をマトリクス状に配列した構成を有する。また、マトリクス状に配列した受光素子20のうち垂直方向の各列では一体に連続する半導体層11を共用するとともに、電極24を垂直方向に並設することにより、半導体層11を垂直方向への電荷の転送経路として用いることができる。イメージセンサ2には、半導体基板に、垂直方向の各列の半導体層11の一端から電荷を受け取って水平方向に電荷を転送するCCDからなる水平転送部を設ける。
- [0027] 尚、個々の受光素子20において電荷蓄積部26であるポテンシャル井戸14から電荷を取り出す場合は、CCDと同様の技術を採用できる。つまり、ポテンシャル井戸14に電荷が集積された後に、電極24に印加する制御電圧の印加パターンを制御することによってポテンシャル井戸14に集積された電荷を転送し、半導体層11に設けた

他の電極(図示せず)から電荷を取り出す。電荷を転送するための構成としては、フレーム転送型のCCDと同様の構成、あるいはインターライン型のCCDと同様の構成を採用することができる。フレーム転送型のCCDと同様の構成を採用する場合は、図2の右方向または左方向に電荷を転送するようにポテンシャル井戸14の形状を変化させればよく、インターライン型のCCDと同様の構成を採用する場合は、図2の左右方向に沿ってCCDを設け、ポテンシャル井戸14からCCDに電荷を引き渡した後に、CCDにより図2の左右方向に電荷を転送すればよい。

[0028] また、電荷取出部28として、フレーム転送型CCDと同様の構成を採用する場合は、電極24に印加する制御電圧の印加パターンを制御することによって電荷を転送することになるから、電荷蓄積部26に電荷を集積する集積期間とは異なる取出期間において電荷蓄積部26の電荷を取り出すことができるように電極24に印加する制御電圧を制御すればよい。したがって、本実施形態では、電極24を電荷取出部28における電荷の転送に兼用し、半導体層11は電荷取出部28としても機能する。

[0029] ところで、図1ではイメージセンサ2の機能の理解を容易にするために、受光素子20の機能を上述したように光電変換部と電荷蓄積部と電荷取出部とに分けて記載している。また、図1における電荷取出部28は、半導体層11だけではなく上述した水平転送部も含んでいる。さらに、光電変換部22と電荷蓄積部26と電荷取出部28とは、上述のように電極24を共用している。

[0030] 制御回路3は、電極24に印加される制御電圧を生成するとともに、制御電圧の印加パターンを制御することによって、光電変換部22への光の照射によって生成される電荷のうち電荷蓄積部26に集積する電荷の割合を決める感度の調節と、電荷蓄積部26を形成するタイミングの調節と、電荷取出部28により電荷蓄積部26から電荷を取り出すタイミングの調節とを行う。つまり、制御電圧の印加パターンと印加パターンを変化させるタイミングとを制御することにより、電荷蓄積部26に電荷を集積する集積期間と、集積期間とは異なる期間であって電荷取出部28により電荷蓄積部26から電荷を取り出して評価部4に受光出力を送る取出期間とを制御する。

[0031] 受光光学系5は、イメージセンサ2の各受光素子20に対象空間を投影するために設けられている。すなわち、受光光学系5は、イメージセンサ2の受光素子20を配列

した2次元平面に対象空間である3次元空間をマッピングする。したがって、イメージセンサ2から受光光学系5を通して見る視野内に存在する対象物Mは受光素子20に対応付けられる。

[0032] 評価部4の濃淡画像生成部42は、対象物Mとともに背景を含む濃淡画像を生成し(たとえば、図10(A)参照)、振幅画像生成部40は、背景に対して対象物Mを強調した振幅画像を生成する(たとえば、図10(B)参照)。これらの画像は、対象物Mの形状や寸法の判断に用いることができる。あるいは、対象物Mの反射率を求めるために利用することも可能である。ただし、これらの画像を用いて対象空間のどのような空間情報を検出するかは、評価部4の構成に基づく。

[0033] 以下に本実施形態の空間情報検出装置の具体的な動作について説明する。光源1は、図3(A)に示すように点灯と消灯とを交互に繰り返す点滅光を対象空間に照射する。尚、本実施形態では、点灯と消灯との各期間(以下、それぞれ点灯期間”Ta”、消灯期間”Tb”と呼ぶ)は等しくしてある。つまり、変調信号のデューティ比は50%である。光源1から対象空間に照射され、対象空間内にある対象物Mで反射された光は、図3(B)に示すように、対象物Mまでの距離に応じた遅れ時間”Td”で受光素子20に入射する。ただし、遅れ時間”Td”は点灯期間”Ta”および消灯期間”Tb”に比較するとごく短時間であるから通常は無視することができる。

[0034] 本実施形態では、点灯期間”Ta”の受光出力”Aa”と消灯期間”Tb”の受光出力とを一括して評価部4に与えるため、隣り合う2個1組の受光素子20が1画素として扱われる。すなわち、点灯期間”Ta”においては、1画素となる2個の受光素子20における光電変換部の一方を高感度状態として電荷蓄積部26に集積した電荷を受光出力として取り出すとともに、他方の光電変換部が低感度状態となるように電極24に印加する制御電圧が調節される。一方、消灯期間”Tb”においては、2個の受光素子20における光電変換部の他方を高感度状態として電荷蓄積部26に集積した電荷を受光出力として取り出すとともに、一方の光電変換部が低感度状態となるように電極24に印加する制御電圧が調節される。このような構成とすることで、点灯期間”Ta”に対応する集積期間に集積した電荷と、消灯期間”Tb”に対応する集積期間に集積した電荷とをイメージセンサ2に設けた異なる電荷蓄積部26にそれぞれ保持しておき、1



回の取出期間において両方の電荷を一括して評価部4に送ることができる。

- [0035] 以下の説明では、1画素を構成する2個の受光素子20の各々が3個の電極を有し、一方の受光素子の電極を他方の受光素子の電極から区別するために、図4に示すように、電極24に(1)～(6)の数字を付す。すなわち、組になる2個の受光素子20のうちの一方は電極(1)～(3)を備え、他方は電極(4)～(6)を備える。なお、1画素の受光素子20に対応付けて、それぞれオーバフロードレインを設けるのが望ましい。
- [0036] 光電変換部22の感度を制御するには受光面に占めるポテンシャル井戸14の面積が変化するように制御電圧が印加される電極24の数を制御する。すなわち、光源1の点灯期間”Ta”には、図4(A)に示すように、電極(1)～(3)に対応するポテンシャル井戸14の面積を大きくするために、これら3個の電極(1)～(3)のすべてに同電圧である正の制御電圧(+V)を印加する。一方、この点灯期間において他方の受光素子20には、電極(4)～(6)のうちの中央の電極(5)にのみ正の制御電圧(+V)を印加してポテンシャル井戸14の面積を小さくする。これにより、電極(1)～(3)に対応する領域は光電変換部22を高感度に設定した状態になり、電極(4)～(6)に対応する領域は光電変換部22を低感度に設定した状態になるので、電極(4)～(6)に対応する領域では、受光による新たな電荷(電子e)の生成量は、電極(1)～(3)に対応する領域に比べて大幅に少なくなる。結果的に、電極(1)～(3)に対応する領域のポテンシャル井戸14には受光出力Aaに相当する電荷が集積される。
- [0037] 一方、光源1の消灯期間”Tb”では、図4(B)に示すように、電極(4)～(6)に対応するポテンシャル井戸14の面積を大きくするために、これら3個の電極(4)～(6)のすべてに同電圧である正の制御電圧(+V)を印加し、この消灯期間において他方の受光素子20には、電極(1)～(3)のうちの中央の電極(2)にのみ正の制御電圧(+V)を印加してポテンシャル井戸14の面積を小さくする。これにより、電極(4)～(6)に対応する領域は光電変換部22を高感度に設定した状態になり、電極(1)～(3)に対応する領域は光電変換部22を低感度に設定した状態になるので、電極(1)～(3)に対応する領域での受光による新たな電荷(電子e)の生成量は、電極(4)～(6)に対応する領域に比べて大幅に少なくなる。結果的に、電極(4)～(6)に対応する領域のポテンシャル井戸14には受光出力Abに相当する電荷が集積される。

- [0038] 上記のように、図4(A)の状態では点灯期間”Ta”に対応する電荷を集積することができ、図4(B)の状態では消灯期間”Tb”に対応する電荷を集積することができるから、図4(A)の状態と図4(B)の状態とが1回ずつ得られるように制御電圧の印加パターンを制御すれば、点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”の受光出力(Aa, Ab)を得ることができる。しかしながら、点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”との長さによっては、1回ずつでは受光素子20に入射する光量が少なく受光素子の内部で発生するショットノイズにより受光出力Aa, AbのS/Nが悪化する場合がある。この場合には、図4(A)と図4(B)の両状態を複数回ずつ繰り返すことにより電荷蓄積部26に複数回分の電荷を集積した後に、電荷取出部28によって受光出力Aa, Abを取り出せばよい。
- [0039] 電荷取出部28は、1画素となる2個の受光素子20の電荷蓄積部26に、それぞれ光源1の点灯期間”Ta”における電荷と消灯期間”Tb”における電荷とが集積された後に、取出期間において2種類の受光出力Aa, Abを一括して評価部4に送る。これにより、点灯期間”Ta”の電荷を集積する集積期間、消灯期間”Tb”の電荷を集積する集積期間、両方の電荷を取り出す取出期間の3期間で2種類の受光出力(Aa, Ab)を取り出すことができる。尚、電荷蓄積部26の面積を小さくしている期間において、必要な電荷以外の電荷の混入を抑制するため、この期間における電荷蓄積部26に対応した電極24の近傍を遮光膜で覆う構成を採用してもよい。
- [0040] 本実施形態では、図4(A)の状態と図4(B)の状態のいずれにおいても各3個の電極(1)～(3)または(4)～(6)に印加する制御電圧(+V)と、1個の電極(2)または(5)のみに印加する制御電圧(+V)とは等しくなるように設定してある。したがって、ポテンシャル井戸14の面積が変化してもポテンシャル井戸14の深さはほぼ一定に保たれる。よって、ポテンシャル井戸14の間の障壁付近で生成された電荷は、隣り合うポテンシャル井戸14にほぼ均等に流れ込む。
- [0041] ところで、ポテンシャル井戸14の面積を小さくし光電変換部22を低感度に設定している期間や、ポテンシャル井戸14に集積した電荷を転送している期間であっても、受光素子20に光が入射していると電荷蓄積部26に電荷が集積される。すなわち、電荷蓄積部26には光電変換部22の高感度状態以外に生成された電荷が混入する。本実施形態においては、点灯期間”Ta”の電荷と消灯期間”Tb”の電荷とをそれぞれ

れ電荷蓄積部26に保持している期間において混入する不要な電荷の影響は、後述するように、差分を求める際に環境光に対応する成分とともに除去される。尚、電荷蓄積部26に電荷を保持したり電荷を転送したりしている期間には、光電変換部22が低感度であって電荷蓄積部26の面積が小さくなっているから不要な電荷の混入量は少なくなる。

[0042] 以下、説明を簡単にするために、ポテンシャル井戸14に集積される電荷の量がポテンシャル井戸14の面積に比例するものと仮定する。また、光電変換部22を高感度に行っている状態と低感度に行っている状態とでは、ポテンシャル井戸14の面積にはほぼ3倍の違いがあるので、集積される電荷の量も3倍異なるものとする。

[0043] いま、1個の電極に対応したポテンシャル井戸14に光源1からの光によって集積される電荷の量を(S)とし、環境光により集積される電荷の量を(N)とした場合、図4(A)に示すように、1個の電極(5)に対応したポテンシャル井戸14に集積される電荷の総量は(S+N)であり、電極(1)～(3)に対応するポテンシャル井戸14に集積される電荷の量は(3S+3N)になる。一方、図4(B)の状態は消灯期間Tbに相当するので、光源1からの光によって集積される電荷はなく、電極(2)に対応するポテンシャル井戸14に集積される電荷の量は、環境光により集積される電荷の量(N)だけである。同様に、電極(4)～(6)に対応するポテンシャル井戸14に集積される電荷の量は、(3N)のみである。

[0044] 振幅画像生成部40において振幅画像を生成する際には、上記したように、図4(A)の状態では電極(1)～(3)に対応する高感度状態のポテンシャル井戸14に集積された電荷と、図4(B)の状態では電極(4)～(6)に対応する高感度状態のポテンシャル井戸14に集積された電荷に対応する受光出力Aa, Abの差分を算出する。ここに、受光出力Aaに相当する電荷の量は、点灯期間”Ta”に集積された電荷(3S+3N)と、図4(B)の状態において電極(2)に対応するポテンシャル井戸に集積された不要な電荷(N)との和、すなわち、3S+4Nになる。一方、受光出力Abに相当する電荷の量は、点灯期間”Tb”に集積された電荷(3N)と、図4(A)の状態において電極(5)に対応するポテンシャル井戸14には集積された不要な電荷(S+N)との和、すなわち、S+4Nになる。これらの受光出力Aa, Abの差分を求める演算を行うと、(3S+4

$N) - (S + 4N) = 2S$ となり、環境光による不要な電荷(N)の影響を排除して振幅画像を生成することができる。

[0045]   ところで、図5に曲線Eで示すように、環境光の強度が時間経過に伴って変化しているとする、この曲線Eは光源1の消灯期間”Tb”において光電変換部22に入射する光の強度に相当し、結果的に消灯期間”Tb”における受光出力Abに対応する。このように光源1の消灯期間”Tb”の受光出力Abは曲線Eの高さに相当するから、光源1の点灯期間”Ta”の受光出力Aaは曲線Eよりも高くなる。つまり、光源1が点灯と消灯とを繰り返すことにより、イメージセンサ2からの受光出力Aa, Abは、点灯期間”Ta”には曲線Eよりも高くなり、消灯期間”Tb”には曲線Eの高さになる。光源1から対象空間に照射された光に対応する受光出力は曲線Eよりも上の部分であるから、点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”との受光出力Aa, Abの差分(Aa - Ab)を求めることにより、環境光の影響を除去して光源1から対象空間に照射された光の成分のみを抽出することができるのである。この差分(Aa - Ab)を各受光素子1の位置に対応付けた画像が振幅画像となる。

[0046]   尚、差分(Aa - Ab)は隣接した点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”(図5では点灯期間”Ta”の直後の消灯期間”Tb”を用いている)との受光出力Aa, Abから求めており、差分(Aa - Ab)を求める点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”とを合わせた程度の期間では環境光Eの強度は実質的に変化がないものとみなしている。したがって、点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”とにおける環境光による受光出力は相殺され、光源1から対象空間に照射され対象物Mで反射された反射光に対応する受光出力のみが残り、結果的に、振幅画像では、対象物Mのみを強調した画像を得ることができる。

[0047]   一方、濃淡画像生成部42は、光源1の点灯期間”Ta”における受光出力Aaまたは消灯期間”Tb”における受光出力Abまたは点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”とにおける受光出力Aa, Abの平均を各受光素子20の位置に対応付けた画像を生成する。この場合は、対象物Mで反射された光以外も画像の生成に用いることになるので、対象物M以外に背景を含む一般的な濃淡画像を得ることができる。なお、本実施形態では、光源1の点灯期間”Ta”における受光出力Aaを用いて濃淡画像を生成している。



[0048]   ところで、図3(A)に示すように、点灯期間”Ta”および消灯期間”Tb”との全期間に亘って光電変換部22を高感度状態に維持する必要はない。本発明の技術思想によれば、点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”との一部期間において光電変換部22を高感度にする期間を設ければよい。この場合には、電荷を集積する期間を等しくしておけば、点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”とのデューティを50%以外とすることができ、また受光出力における遅れ時間”Td”の影響による誤差を除去することができる。また、対象物Mまでの距離が既知である場合は、図6(A)および(B)に示すように、対象物Mまでの距離に応じた遅れ時間”Td”を考慮し、光源1の点灯または消灯から遅れ時間”Td”が経過した後に点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”を設定して、高感度状態の光電変換部22に電荷を集積してもよい。この場合は電荷蓄積部26に集積される電荷の量は、図3の制御を行う場合に比較すると、遅れ時間”Td”に相当する程度少なくなるが、点灯期間”Ta”と消灯期間”Tb”に受光量を正確に反映した受光出力Aa, Abが得られるから、環境光の影響をより確実に除去することができる。さらに、1回の点灯期間”Ta”あるいは消灯期間”Tb”は短時間であって、1回の点灯期間”Ta”あるいは消灯期間”Tb”では評価部4で処理するのに必要な大きさの受光出力を得るのは難しいから、複数回の点灯期間”Ta”で電荷蓄積部26に集積した電荷を点灯期間”Ta”の受光出力として用い、複数回の消灯期間”Tb”で電荷蓄積部26に集積した電荷を消灯期間”Tb”の受光出力として用いるのが望ましい。電荷蓄積部26に電荷を集積する集積期間と、電荷取出部28が電荷蓄積部26から電荷を取り出して受光出力として評価部4に与える取出期間とは、上述したように電極24に印加する制御電圧により調節することができる。上記実施形態では、1画素のために2個の受光素子20を用いて、点灯期間”Ta”の電荷を集積する集積期間、消灯期間”Tb”の電荷を集積する集積期間、両方の電荷を取り出す取出期間の3期間で2種類の受光出力Aa, Abを得たが、本実施形態の変更例として、1画素のために1個の受光素子を用いることもできる。この場合は、光源1の点灯期間”Ta”に電荷蓄積部26の面積を大きくすることによって高感度状態で集積した電荷を受光出力として評価部4に与える取出期間と、光源の消灯期間”Tb”に電荷蓄積部26の面積を大きくすることによって高感度状態で集積した電荷を受光出力として評価部4に与える取出期間とを繰り返

すように、制御回路3により電極24への制御電圧の印加パターンを制御する。したがって、2種類の受光出力Aa, Abは、点灯期間”Ta”の電荷を集積する集積期間、この電荷を取り出す取出期間、消灯期間”Tb”の電荷を集積する集積期間、この電荷を取り出す取出期間の合計4期間によって得られる。

- [0049] 本実施形態の第2変更例として、ポテンシャル井戸14の面積とともに深さを変化させてもよい。たとえば、図7(A)および図(B)に示すように、3個の電極(1)～(3)または(4)～(6)に同時に印加する制御電圧(+V1、たとえば7V)を、1個の電極(2)または(5)にのみ印加する制御電圧(+V2、たとえば3V)よりも高く設定する。これにより、面積の小さいポテンシャル井戸14の深さよりも面積の大きいポテンシャル井戸14の深さが大きくなる。
- [0050] ところで、制御電圧を印加していない電極(1)(3)または(4)(6)に対応する部位で生じた電荷は、ポテンシャル井戸14に流れ込もうとするが、ポテンシャル井戸14が深いほうが電荷の流れ込む確率が高くなると考えられる。これは、高感度のポテンシャル井戸14により多くの電荷が流れ込むことを意味する。その結果、低感度のポテンシャル井戸14に、電極(1)(3)または(4)(6)に対応する部位で生成された不要な電荷が混入する確率が低減される。要するに、電荷を保持するためのポテンシャル井戸14に流れ込む不要な電荷の量をさらに低減することができる。
- [0051] 本実施形態の第3変更例として、図8(A)および図8(B)に示すように、各受光素子20の3個の電極(1)～(3)または(4)～(6)のうちの中央の電極(2)または(5)に印加する制御電圧をその両側の電極(1)、(3)または(4)、(6)に印加する制御電圧よりも高くし、かつ中央の電極(2)または(5)に遮光膜25を重ねるようにすることが好ましい。この場合は、電極(2)または(5)に対応する部位では遮光膜25により光による電荷がほとんど生成されないものの、受光素子20の電極(1)、(3)や(4)、(6)に対応する部位で生成された電荷を電極(2)(5)に対応する部位に流し込むことができる。また、受光素子20の一部を遮光膜15で覆っているから、遮光膜15で覆った部位ではポテンシャル井戸14に光が入射せず、光による電荷がほとんど生成されないもので、電荷を保持するためポテンシャル井戸14の面積を小さくしている状態では電荷がほとんど生成されず、保持電荷に雑音成分となる電荷が混入する可能性を大幅に

低減することができる。

[0052] このように、ポテンシャル井戸14に深い部位と浅い部位を階段状に形成する場合は、電極(1)(3)または(4)(6)に対応する部位で生成された電荷は生成と同時に電極(2)または(5)に対応する部位に移動する。すなわち、電荷を生成する期間と電荷を保持する期間とを数ns以下の短時間で切り換える場合であっても、隣接する受光素子20に形成されるポテンシャル井戸14の間で電荷が混合される可能性が少なくなり、雑音成分の低減を図れる。なお、ポテンシャル井戸14を階段状に形成する技術は遮光膜15以外の方法であってもよい。

[0053] 上記実施形態及び変更例において、各受光素子に形成される電極の数は3つに限定されない。また、高感度状態及び低感度状態において制御電圧が印加される電極の数も任意に設定可能である。また、イメージセンサ2は受光素子20を2次元に配列することを想定しているが、1次元に配列してもよく、上記した変更例1のように、1個の受光素子20を用いることも不可能ではない。さらに、受光素子20を構成する半導体層11に受光面に沿って電極24からの距離に応じた不純物濃度の分布を付与し、電極24に印加する電圧を制御することによって電荷蓄積部26の面積を変化させることも可能である。

#### <第2実施形態>

本実施形態の空間情報検出装置は、振幅画像から顔のような対象物の特徴量を抽出し、予め作成したテンプレートと照合することにより、高精度で対象物を識別することを特徴とし、以下の構成を除いて第1実施形態と実質的に同じである。したがって、同じ構成についての重複する説明については省略する。

[0054] 本実施形態の空間情報検出装置は、図9に示すように、振幅画像生成部40で生成された振幅画像に基づいて、特徴量抽出部50が対象空間内に存在する対象物(人物Ob)の特徴量を抽出する。一方、テンプレート作成記憶部56においては、あらかじめ認識されるべき対象物(人物Ob)の顔を撮像し、特徴量抽出部により抽出した顔の特徴量に基づいて作成した顔テンプレートが記憶されている。実際の測定において生成された振幅画像から特徴量抽出部50によって抽出された対象物の特徴量は、類似度演算部52において、テンプレート作成記憶部56に記憶されている顔テン

プレートと照合され、類似度が算出される。対象認識部54は、類似度演算部52で算出された類似度が所定値以上であると、検出した対象物が顔テンプレートに相当する人物であると識別する。尚、テンプレートを作成する動作モードと、実際の測定モードは、動作モード選択部(図示せず)によって切替られる。

[0055] 尚、本実施形態の特徴量抽出部50は、振幅画像の振幅値から求められる各画素の微分強度値である振幅微分値を画素値とする振幅微分画像を生成する振幅微分画像生成部(図示せず)と、振幅微分画像を規定の閾値で2値化した画像からなる出力画像を生成する画像加工部(図示せず)とを備えており、画像加工部にて生成された出力画像から顔の特徴量を抽出する。尚、図10(A)は、濃淡画像の一例であり、図10(B)は、濃淡画像に対応する振幅画像であり、図10(C)は、振幅画像から作成した振幅微分画像である。

[0056] 図10(B)に示す振幅画像の座標系は、振幅画像の左上を原点とし、x軸の正方向(x方向)を水平右方向、y軸の正方向(y方向)を鉛直下方向とする座標系であり、特徴量抽出部50では、図10(B)に示すようなマスクサイズが3×3画素のx方向のソーベルフィルタ $h_x$ 、y方向のソーベルフィルタ $h_y$ を振幅画像の全ての画素に適用して局所空間微分を行い、振幅画像の振幅値から求められる各画素の微分強度値である振幅微分値を画素とする振幅微分画像を生成し、当該振幅微分画像を上記閾値で2値化して得られた出力画像から人物Obの顔の特徴量を抽出する。尚、図10(B)の各ソーベルフィルタには、振幅画像上の重み係数の配置が示されている。

[0057] 振幅画像の画素(u,v)における微分強度値を $|G(u,v)|$ とすれば、微分強度値 $|G(u,v)|$ は、振幅画像における注目画素の周囲に隣接する8画素の画素値(本実施形態では、振幅値)を用いて求められる値である。ここに、微分強度値 $|G(u,v)|$ は、図11(A)に示すように、注目画素p5を中心とする3×3画素の局所領域(矩形領域)における各画素p1～p9それぞれの画素値を図11(B)に示すようにa～iとすれば、x方向の微分値dxおよびy方向の微分値dyを用いて下記の(式1)で表される。

$$|G(u,v)| = \{(dx^2(u,v) + dy^2(u,v))\}^{1/2} \quad (\text{式1})$$

ただし、

$$dx(u,v) = (c + 2f + i) - (a + 2d + g) \quad (\text{式2})$$



$$dy(u,v) = (g + 2h + i) - (a + 2b + c) \quad (\text{式3})$$

(式1)によって求めた振幅微分値を画素値に持つ振幅微分画像においては、振幅画像における振幅差の大きい部位ほど振幅微分値が大きくなる。特徴量抽出部50が、振幅微分画像を上記閾値で2値化することにより出力画像を生成した後、類似度演算部52は、特徴量抽出部50によって抽出された対象物Obの特徴量とテンプレート作成記憶部56に記憶されているテンプレートとを照合して類似度を算出する。対象認識部54は、類似度演算部52で算出された類似度が上記所定値以上になる場合に、検出された対象物Obが顔テンプレートに相当する人物の顔であると認証する。なお、対象認識部54では、周知の顔認証技術を適宜採用すればよく、アフィン変換などの周知の変換技術が適宜用いられる。

[0058] 本実施形態では、振幅微分画像を2値化して得た出力画像を用いることで、振幅画像を用いる場合に比べ、データ量(情報量)を少なくでき、高速に顔認証処理をすることが可能になるとともに、段差のように距離の変化率が大きい領域と距離の変化率が小さい領域とを容易に識別することが可能になり、対象物を正確に認識することができるという利点がある。

[0059] また、照明光が存在している状況において、濃淡画像の各画素の微分強度値を画素値とする濃淡微分画像を作成し、これを所定の閾値で2値化して得られる画像に比べ、同じ状況下で振幅画像の各画素の微分強度値を画素値とする振幅微分画像を作成し、これを所定の閾値で2値化して得られる画像を用いる場合は、環境光の影響を受けにくく、対象認識部54によって安定した精度で対象物を識別することができる。

[0060] 本実施形態の第1変更例として、顔全体を認証に用いる代わりに、特徴量の位置関係により個人の認証を行ってもよい。たとえば、図12(A)に示す振幅画像から図12(B)に示す出力画像(振幅微分画像を2値化して得られる画像)を作成する。振幅微分画像を2値化した場合、目、鼻、口などは頬や額などに比べて微分強度値が大きくなるので、図12(C)に示すように、目、鼻、口などの各部位の端点を顔の特徴点Cとして抽出することができる。これらの特徴点の位置関係から本人の可能性が高い顔テンプレート候補について優先的に類似度を算出して認証を行うことで、認証に要

する時間を短縮できる。

[0061] 本実施形態の第2変更例として、振幅微分画像を用いる代わりに、図10(D)に示すような振幅勾配方向画像から特徴量を抽出してもよい。すなわち、特徴量抽出部50は、振幅画像の振幅値から求められる各画素の微分方向値である振幅勾配方向値を画素値とする振幅勾配方向画像を生成する振幅勾配方向画像生成部(図示せず)を備え、振幅勾配方向画像から特徴量を抽出する。この場合は、光源と対象空間内に存在する物体との間の距離の変化が対象物Obからの反射光の変化に及ぼす影響を軽減して、照明変動があっても対象物を正しく認識することができるという利点がある。

[0062] 振幅勾配方向画像の生成にあたっては、上記実施形態と同様に、図10(B)に示すようなマスクサイズが $3 \times 3$ 画素のソーベルフィルタ $h_x, h_y$ を振幅画像の全ての画素に適用して局所空間微分を行い、振幅画像の振幅値から求められる各画素の微分方向値である振幅勾配方向(以下、振幅勾配方向値と称す)を画素値とする振幅勾配方向画像が生成される。ここに、振幅勾配方向値 $\theta$ は、上述の(式2)と(式3)とを用いて下記の(式4)で表される。

$$\theta = \tan^{-1}\{dx/dy\} \quad (\text{式4})$$

ただし、図10(D)に示した振幅勾配方向画像は、(式4)にて求めた振幅勾配方向値 $\theta$ が0度～359度の範囲内で大きくなるにつれて濃度値が徐々に大きくなるスケール(振幅勾配方向値 $\theta$ が0度のときに濃度値が最小となり、且つ振幅勾配方向値 $\theta$ が359度のときに濃度値が最大となるスケール)を用いて各振幅勾配方向値 $\theta$ から換算した濃度値を画素値とした画像である。尚、振幅勾配方向画像を用いた対象物の認定は、振幅微分画像を使用した場合と同様にして、類似度演算部52および対象認識部54によって行なわれる。

[0063] 特徴量抽出部50において特徴量を抽出するにあたっては、例えば、振幅勾配方向値を図13(A)に示すような4方向E1, E2, E3, E4で4値化して同図(B)に示すような振幅勾配方向画像(ここでは、4値化画像)を作成する。そして、同図(B)に示すようなマスクサイズが $7 \times 7$ 画素のフィルタ $h1$ を全ての画素に適用して、フィルタ $h1$ の中に含まれる4方向E1, E2, E3, E4それぞれの数をカウントし、方向E1のカウント

数と方向E3のカウント数とがそれぞれ閾値(例えば、14)以上であった場合にその位置(7×7画素の中心画素)を有効画素とし、閾値未満である場合にその位置を無効画素とする処理を繰り返す。そして、有効画素を白領域、無効画素を黒領域とする図13(C)に示すようなマスク画像を作成し、このマスク画像を利用してマスク処理を行うことにより顔の中で目、鼻、口などの個人の特徴的な部位のみを抽出し、抽出した部位のみを用いて顔認証を行う。この場合は、顔全体の画像を用いて認証処理を行う場合に比べて、認証に要する時間の短縮を図れる。

- [0064] 尚、上述の特徴量抽出部50において振幅勾配方向値 $\theta$ を求めるにあたっては、注目画素p5(図11(A)参照)の8近傍の画素p1～p4, p6～p9の画素値a～d, f～iを用いて $dx(u,v)$ 、 $dy(u,v)$ を算出しているが、4近傍や16近傍の画素の画素値を用いて算出することも可能である。また、 $dx(u,v)$ および $dy(u,v)$ から振幅勾配方向値 $\theta$ を求める関数として逆正接関数( $\tan^{-1}$ )を採用しているが、他の関数を用いることも可能である。このような関数としては、 $dx(u,v)$ と $dy(u,v)$ との比の非線形性を修正して振幅勾配方向値 $\theta$ に線形性が得られる関数の使用が望ましい。

### <第3実施形態>

本実施形態の空間情報検出装置は、受光出力の飽和を抑制するための調整処理を実施して、有意な振幅画像を安定して生成できることを特徴とし、以下の構成を除いて第1実施形態と実質的に同じ構成を採用できるので、重複する説明は省略する。

- [0065] 図14に示すように、本実施形態の空間情報検出装置では、光源1は所定周波数(10～100kHz)で点滅を繰り返す。イメージセンサ2は、画素単位で受光感度の調節が可能であり、点滅光源1の点灯期間と消灯期間のそれぞれにおいて対象空間からの光を受光し、変調信号の所定周期分の電荷を蓄積した後に受光出力として出力する。たとえば、変調信号の周波数を30Hzとし、イメージセンサ2から受光出力を毎秒60回(つまり、点灯期間と消灯期間とが30回ずつ)取り出すようにしてもよい。以下では、イメージセンサ2から1回取り出した受光出力の単位を1フレームと呼ぶ。したがって、点灯期間と消灯期間との受光出力を1回ずつ取り出すと2フレームのデータが得られる。

- [0066] イメージセンサ2の出力は、AD変換部6によってデジタル信号に変換された後、フレームメモリ7に一時的に格納される。フレームメモリ7は、最小では2フレーム分の容量があればよく、点灯期間と消灯期間との受光出力が1セットとして格納される。変調信号の1周期内においてイメージセンサ2が受光する環境光(太陽光や照明光)の光量に変化がないとすれば、点灯期間と消灯期間との受光出力の差分は光源1から対象空間に照射した信号光が対象空間に存在する物体Obで反射した反射光の振幅を反映する。フレームメモリ7は、イメージセンサ2から受光出力を取り出す期間に受光出力を格納し、イメージセンサ2が電荷を集積している期間にデータが読み出される。
- [0067] 評価部4は、差分演算部44を有し、フレームメモリ7に格納された2フレーム分の受光出力の差分を求める。差分値は振幅画像生成部40に入力され、点灯期間と消灯期間とにおける画素ごとの差分を画素値とする差分画像、すなわち振幅画像が生成される。この差分画像における各画素の値は理想的には信号光の受光強度に対応しており、イメージセンサ2で受光した信号光の振幅を反映する差分画像が得られる。たとえば、点灯期間において図15(A)の画像P1に相当する受光出力が得られ、消灯期間において図15(B)の画像P2に相当する受光出力が得られたとすると、振幅画像P3は図15(C)のようになる。振幅画像では対象空間において信号光を反射する対象物Ob以外の背景が消去され、振幅画像内には対象物Obのみが存在することになる(対象物Ob以外の画素値は0であって黒画素になる)。尚、点灯期間と消灯期間との受光出力の差分を求めずに、点灯期間と消灯期間との一方の受光出力のみを通過させれば、背景を含む濃淡画像を得ることができる。
- [0068] 図14において、番号8は、フレームメモリ7と評価部4との間に設けられる飽和判定部である。飽和判定部8では、点灯期間と消灯期間との受光出力について画素ごとに規定した飽和閾値との大小が比較される。たとえば、点灯期間の画素ごとの受光出力Aa、消灯期間の画素ごとの受光出力をAbとし、環境光の変化が実質的に生じないとみなせる短時間内であれば、 $Aa > Ab$ が一般に成立するので、受光出力Aaが規定の飽和閾値Th1を超えていなければ、受光出力Abも飽和閾値Th1を超えない。そこで、飽和判定部8では、点灯期間の受光出力Aaについて飽和閾値Th1との



大小が比較される(図16のS3)。飽和閾値Th1は受光出力Aaの飽和を判定する閾値であり、飽和判定部8では、受光出力Aaが飽和閾値Th1を超えているときに、受光出力Aaが飽和していると判断する。ここで、飽和閾値Th1と受光出力Abとの比較も併せて行うようにしてもよい。

[0069] 飽和した受光出力Aaは、空間情報を反映していない。言い換えると、評価部4で差分 $\Delta A$ を求めても振幅画像を生成することができない。そこで、飽和判定部8において飽和と判定されたときには、差分演算部44に対して出力値を規定値にするように指示する。つまり、飽和時には、差分演算部44の出力は規定値になる。規定値としては、差分演算部44の出力値として許容された範囲の最大値や中央値、あるいは差分演算部44から通常は出力しない特定の値を採用することができる。たとえば、受光出力Aa, Abを8ビットすなわち255段階で表す場合、規定値として最大値を採用するときには「255」を用いる。差分演算部44の出力値として最大値を用いると、受光出力Aaが飽和している画素を背景と区別することができる。また、差分演算部44の出力値の範囲の中央値を用いると、飽和している画素と周辺画素との差を比較的小さくすることができるから、違和感のない振幅画像を得ることができる。

[0070] また、規定値を他の画素で生じない値(たとえば、255段階のうち差分 $\Delta A$ については254段階で表し、「255」は差分 $\Delta A$ では発生しない値とする)とすれば、規定値の画素を受光出力Aaが飽和している無効な画素とすることが可能になる。このように、飽和している画素を無効な画素として他の画素と区別すれば、振幅画像生成部40において、無効な画素を周辺の画素の値で補間することが可能になる。補間した振幅画像を用いれば、振幅画像において異常値を持つ画素が発生しにくくなり違和感の少ない画像が得られる。

[0071] ところで、規定値は振幅画像を表示したときに違和感を与えないための疑似的な値に過ぎず、飽和した受光出力は空間情報を反映していない。したがって、フレームメモリ7に次に格納する受光出力が飽和閾値を超えないように調整する必要がある。また、振幅画像では上述したように、背景を除去して対象物Obのみの画像を得ることが目的であるから、対象物Obに対応する画素において受光出力が飽和していなければ、目的とする振幅画像を得ることができる。

- [0072] イメージセンサ2の受光出力に関して、指定された領域内での飽和の有無を判断し、指定領域内で受光出力が飽和しているときは、たとえば、調整対象として、光源1の発光強度を低減させるか、受光光学系5の透過率を低減させるか、イメージセンサ2の蓄積時間を短縮すれば、受光出力が低下して、受光出力の飽和を抑制することが可能になる。
- [0073] 尚、本実施形態では、受光出力が飽和したときに差分演算部44の出力を規定値に設定することで、振幅画像の違和感を防止できるだけでなく、この規定値を調整に反映させることができる。指定領域としては、対象物Obの存在する領域を用いる。このような指定領域は差分演算部44の出力を用いて領域指定部60によって決定される。すなわち、領域指定部60は、差分演算部44から出力された差分 $\Delta A$ が有効閾値Th2を超える領域を指定領域とする(図16のS7～S9)。この方法では、図15(C)のような振幅画像P3から図15(D)のような指定領域Daを求めることができる。また、本装置をたとえばドアホン子機に付設するカメラとして用いる場合は、対象物Obとしてイメージセンサ2から所定の距離範囲内に存在する人物の顔を抽出することができるように有効閾値Th2があらかじめ設定される。
- [0074] ただし、対象物Obの範囲内でも反射率の相違や凹凸による距離の相違などによって差分値が有効閾値Th2を超えない場合があるから(受光出力が飽和している部位は規定値で置き換えを行うことによって有効閾値Th2を超えるようにしている)、有効閾値Th2を超えた領域について膨張処理などを行う。この処理により、全体としては有効閾値Th2を超えている領域のうちの微小な一部領域が有効閾値Th2を超えていない場合であっても、当該一部領域を指定領域に取り込むことができる。たとえば、対象物Obが顔である場合に、目、眉毛、髪などは反射率が低いから、これらの部位については差分演算部44で得られる差分が有効閾値Th2よりも小さくなる可能性があるが、顔の全体としては有効閾値Th2を超えている画素のほうが多いから、膨張処理を行うことで目、眉毛、髪などを着目領域に取り込むことができる。
- [0075] また、領域指定部60で検出した指定領域内の画素の受光出力の平均値を輝度検出部62によって求め、この平均値を用いて前記調整対象に施す調整量を出力調整部9で求める。すなわち、輝度検出部62には、振幅画像における対象物Obの適正

な輝度に相当する基準値があらかじめ設定されており、この基準値を目標値として上記平均値との誤差を求める。また、出力調整部9は輝度検出部62から与えられた誤差に基づいて調整対象に施す調整量を決定する。

[0076] 出力調整部9では、指定領域内の受光出力の平均値が基準値よりも大きいときには受光出力が低下する方向に調整対象への調整量を決定し、逆に受光出力の平均値が基準値よりも小さいときには受光出力が増加する方向に調整対象への調整量を決定する。ただし、それぞれの調整対象の動作範囲には限界があるから、その上限または下限に達したときには現状を維持する。

[0077] 尚、複数の調整対象に対して調整を施す場合は、各調整対象に優先順位を決めておき、いずれかの調整対象の動作範囲の上限または下限に達したときに他の調整対象への調整量を変化させてもよい。また、調整量の変化量を誤差の大きさに応じて可変とする構成を採用してもよい。さらに、調整量の1回の変化量を一定にしておき誤差が大きいときには調整量が数回変化する間に基準値に達する構成としてもよい。この構成を採用すれば、瞬間的な光量変化に応答することによる振幅画像の乱れを抑制することができる。また、基準値に幅を持たせておき、着目領域内の受光出力の平均値が基準値の範囲内であるときに調整対象への調整量を変化させないようにしておけば、調整対象の無駄な動作を防止することができる。なお、運転開始時の調整対象の初期値は、動作範囲の上限としておくのが望ましい。

[0078] 上述のように、領域指定部60と輝度検出部62と出力調整部9が、差分演算部44での判定結果に基づいて調整対象に対する調整量を決定する。尚、図14において光源1およびイメージセンサ2を除く部位はマイコンで適宜のプログラムを実行することにより実現される。

[0079] 本実施形態の動作を図16にフローチャートに基づいて簡単に説明する。装置の動作が開始すると、まずイメージセンサ2による対象空間の撮像が行われる(S1)。上述したように撮像は光源1の点灯期間と消灯期間とに同期して行われる。点灯期間の受光出力Aaが得られると(S2)、飽和判定部8では飽和閾値Th1が受光出力Aaと比較される(S3)。受光出力Aaが飽和閾値Th1以下であれば受光出力は飽和していないから、差分演算部44において受光出力Aa, Abの差分 $\Delta A$ が求められる(S4)。

一方、受光出力 $A_a$ が飽和閾値 $Th1$ を超えている場合は、差分 $\Delta A$ を規定値とする(S5)。こうして求めた差分 $\Delta A$ は振幅画像生成部40を介して振幅画像として出力される(S6)。差分演算部44は求めた差分 $\Delta A$ を領域指定部60にも送る。領域指定部60では差分 $\Delta A$ が有効閾値 $Th2$ と比較され(S7)、有効閾値 $Th2$ を超えている画素が指定領域画素として記憶される(S8)。この処理は振幅画像のすべての画素を対象として行われる(S9)。差分 $\Delta A$ が有効閾値 $Th2$ を超えている指定領域が決まると、輝度検出部62において指定領域内の画素について差分 $\Delta A$ の平均値が求められる(S10)。

[0080] 出力調整部9では、指定領域内の差分 $\Delta A$ の平均値が基準値と比較され(S11)、差分 $\Delta A$ の平均値が基準値よりも大きいときには受光出力を減少させる調整が調整対象に与えられ(S13)、差分 $\Delta A$ の平均値が基準値以下であるときには受光出力を増加させる調整量が調整対象に与えられる(S15)。ただし、調整対象での調整量の範囲には上限と下限とがあるから、受光出力を減少させる方向において調整量が最小になるか(S12)、受光出力を増加させる方向において調整量が最大になる場合(S14)には、調整量を変化させずに次の撮像を行う(S1)。

[0081] 上述の動作では、点灯期間と消灯期間との受光出力の差分を1回得るたびに出力調整部9から調整対象に指示を与えているが、出力調整部9では、輝度検出部62において求めた受光出力の平均値が基準値より大きい状態が規定回数連続して生じるか、または輝度検出部62において求めた受光出力の平均値が小さい状態が規定回数連続して生じた場合に、調整対象に指示を与える構成を採用してもよい。

[0082] また、調整対象でのハンチングを防止するために、出力調整部9においてヒステリシスを持つようにしてもよい。たとえば、平均値が基準値より大きくなり調整対象に対して受光出力を低下させる指示を与えた後には、平均値が基準値よりも小さくなる誤差が発生しても、当該誤差の絶対値が規定値以上にならないければ受光出力を増加させる指示を与えないようにし、逆に、平均値が基準値より小さくなり調整対象に対して受光出力を増加させる指示を与えた後には、平均値が基準値よりも大きくなる誤差が発生しても、当該誤差の絶対値が規定値以上にならないければ受光出力を低下させる指示を与えないようにする。なお、輝度検出部62において受光出力の平均値を求め



る代わりに、指定領域内において受光出力が基準値を超える画素の個数を計数し、この個数に応じて調整量を決定してもよい。

- [0083] また、上述の例では指定領域の受光出力の平均値を1つの基準値と比較しているが、基準値を複数段階に設定しておき、段階ごとに調整対象の調整量を変化させる構成を採用してもよい。さらに、基準値を複数段階に設定する場合に段階ごとの画素の個数を計数し、最大度数が得られる段階に対応するように調整量を決定することも可能である。
- [0084] 領域指定部60において指定領域を抽出する際に、差分演算部44で得られた差分に係数を乗じた後の結果を有効閾値Th2と比較するとともに、差分に乘じる係数を輝度検出部62で求めた受光出力の平均値に応じて複数段階に変化させる構成を採用してもよい。係数は、平均値が大きいほど小さくなるように設定され、指定領域の受光出力の平均値が小さく暗い画像であれば、差分に乘じる係数を大きくすることにより指定領域として抽出される範囲を広げるようにする。ここでは、係数を決定するために、輝度検出部62で求めた受光出力の代表値である平均値を用いているが、代表値としては、最大値、モードなどの他の値を用いることも可能である。
- [0085] 対象物Obが遠方に存在する場合や対象物Obの反射率が低い場合のように、信号光の振幅が小さいときには、指定領域を拡げることによって対象物Obが指定領域に含まれる可能性を高めることができる。この操作により、対象物Obまでの距離や対象物Obの反射率の変化によらず、対象物Obに対応する画素値をほぼ規定の範囲内に保つことができ、振幅画像生成部40から対象物Obの見やすい振幅画像を得ることができる。
- [0086] 上述の構成例において、輝度検出部62において受光出力の平均値(あるいは、所定条件を満たす画素数)を求める領域は、必ずしも対象物Obを抽出した領域でなくともよく、領域設定部60では、画像内の全画素を指定領域として設定したり、画像内の中央部における所定範囲を指定領域として設定したり、画像内の適宜の場所に指定領域を設定したりすることが可能である。指定領域をどのように設定するかは用途によって適宜に選択すればよいが、指定領域をあらかじめ決めている場合には、領域指定部60は差分演算部44で求めた差分とは無関係に指定領域を指定することに

なる。

- [0087] また、フレームメモリ7では、点灯期間と消灯期間との受光出力を1回分だけ保持し、差分演算部44では1回ずつの点灯期間と消灯期間との受光出力の差分を求めているが、点灯期間と消灯期間とのそれぞれについて複数回分ずつの受光出力をフレームメモリ7に加算して保持してもよい。この場合、差分演算部44、飽和判定部8、輝度検出部62における処理は、点灯期間と消灯期間との複数回分の加算値を用いた処理になるから、受光出力に含まれるノイズ分が抑えられる。また、受光出力を取り出した回数で加算値を除算することにより得られる平均値を用いてもよい。さらには、差分演算部44で得られる差分を加算し、差分の加算値あるいは差分の平均値を用いてもよい。
- [0088] 上述のように受光出力の平均値あるいは受光出力の差分の平均値を用いる場合には、加算回数と除数との一方を変化させれば、領域指定部60において指定領域を検出する際に用いた係数を変化させる場合と同様の作用が期待できる。また、受光出力の平均値あるいは受光出力の差分の平均値を用いると、点灯期間と消灯期間との受光出力を1回だけ用いる場合に比較するとフレームレートが低下するが、イメージセンサ2で発生するショットノイズを低減することができる。そこで、環境光が少ない室内などでは加算回数を少なくし、環境光が多い屋外などでは加算回数を多くすることで、ノイズの影響を軽減するようにしてもよい。
- [0089] 点滅光源を制御する変調信号は矩形波だけではなく、正弦波、三角波、鋸歯状波などを用いてもよい。この場合、変調信号の位相における異なる特定の2区間に同期した受光出力をイメージセンサ2から取り出し、この2区間の受光出力の差分を求めるようにしても、環境光の成分が除去されるから、振幅画像に類似した画像を得ることができる。イメージセンサ2から取り出す区間の幅は適宜に選択することができるが、両区間の位相差が180度異なる場合には、実質的に点灯期間と消灯期間との差分を求めた場合と同様の動作になる。ただし、両区間の位相差は180度以外でもよい。
- [0090] また、受光光学系5には種々の構成を採用することができ、アイリス絞りをを用いる場合には外部信号により開口径の調節が可能になるものを用いることが好ましい。また、アイリス絞りとレンズとの他に、透過率の異なる減光フィルタを複数用意しておき、外

部信号に応じてどの減光フィルタを用いるかを選択する構成を採用することもできる。あるいは、液晶を用いた減光フィルタであって外部信号により透光率を変化させるものを用いることも可能である。

#### 産業上の利用可能性

- [0091] 上記説明から分かるように、本発明の空間情報検出装置は、洗練された装置構成で環境光の影響を有効に除去でき、受光出力の飽和を抑制するための出力調節処理を実施することで、有意な振幅画像を安定して得ることができるので、対象空間に関する情報を信頼性良く検出することが望まれる分野で広範な用途が期待される。

## 請求の範囲

- [1] 以下の構成を含む空間情報検出装置：  
所定周波数の変調信号で強度変調した光が照射されている対象空間から光を受光し、受光強度に相当する電気出力を生成する少なくとも2つの光電変換部；  
各光電変換部上に設けられる少なくとも1つの電極；  
前記少なくとも1つの電極に制御電圧を印加することにより光電変換部内に形成され、前記光電変換部に生成した電荷の少なくとも一部を集積する電荷蓄積部；  
前記変調信号の位相における異なる2区間において電荷蓄積部の面積が異なるように、前記少なくとも1つの電極に印加される制御電圧を制御する制御手段；  
電荷蓄積部に集積された電荷を出力する電荷取出部；および  
一方の光電変換部に形成された電荷蓄積部によって前記2区間の一方において集積された電荷と、他方の光電変換部に形成された電荷蓄積部によって前記2区間の他方において集積された電荷との差分を用いて対象空間を評価する評価部。
- [2] 請求項1の空間情報検出装置において、上記少なくとも2つの光電変換部は、点滅光が照射されている対象空間から光を受光し、上記制御手段は、点滅光の点灯期間と消灯期間において電荷蓄積部の面積が異なるように、前記少なくとも1つの電極に印加される制御電圧を制御し、前記評価部は、一方の光電変換部に形成された電荷蓄積部によって点滅光の点灯期間において集積された電荷と、他方の光電変換部に形成された電荷蓄積部によって点滅光の消灯期間において集積された電荷との差分を用いて対象空間を評価する。
- [3] 請求項1の空間情報検出装置において、上記少なくとも一つの電極は複数の電極でなり、制御手段は、制御電圧が印加される電極の数を制御して電荷蓄積部の面積を変える。
- [4] 請求項1の空間情報検出装置において、上記評価部は、上記差分を画素値とする振幅画像を生成する振幅画像生成部を含む。
- [5] 請求項1の空間情報検出装置は、上記差分を画素値とする振幅画像を生成する振幅画像生成部と、各画素が、点滅光の点灯期間と消灯期間の一方において電荷蓄積部によって集積された電荷量と、点灯期間と消灯期間の両方において電荷蓄積部

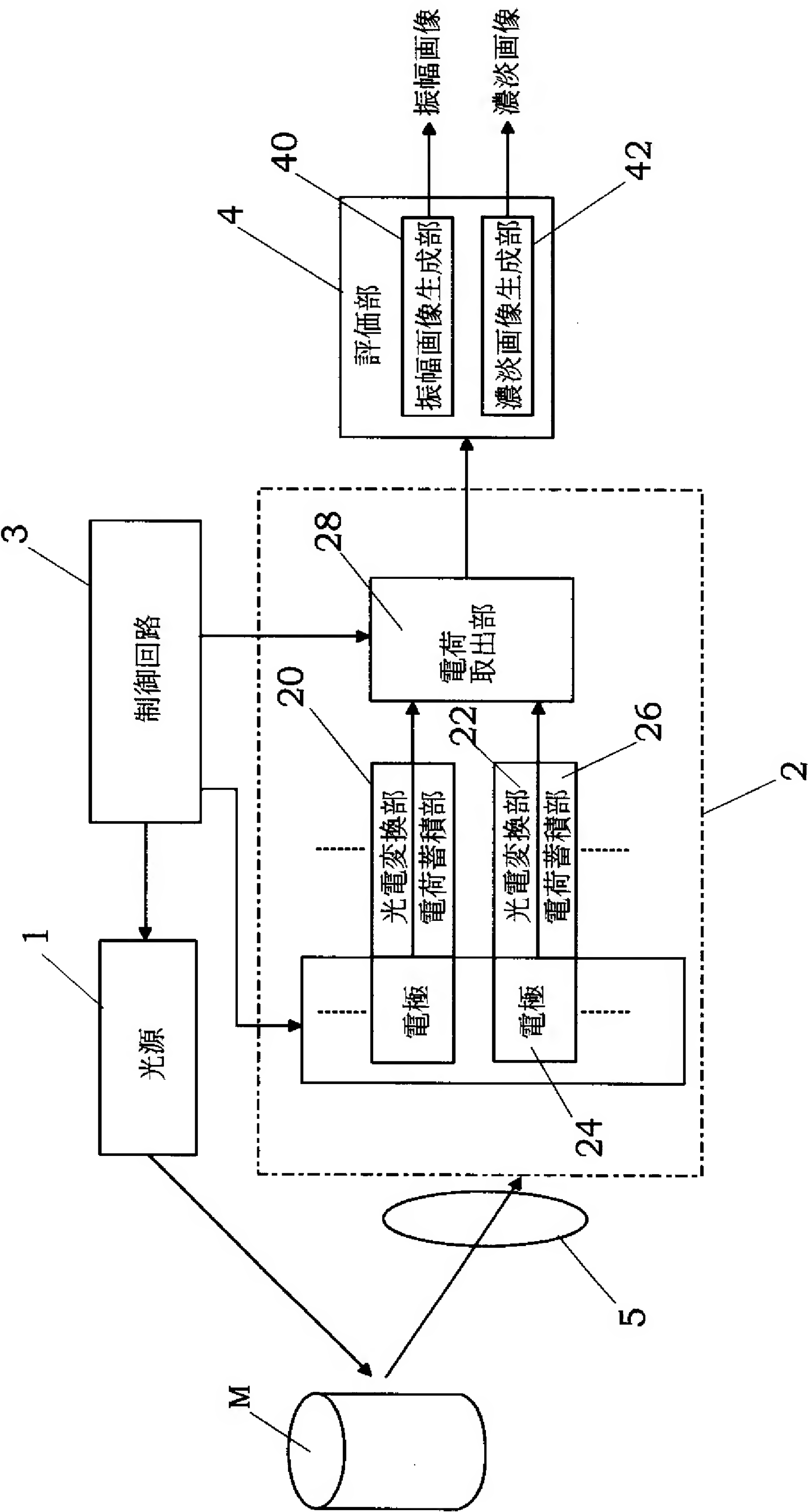


によって集積された電荷量の平均のいずれかを画素値とする濃淡画像を生成する濃淡画像生成部とをさらに含む。

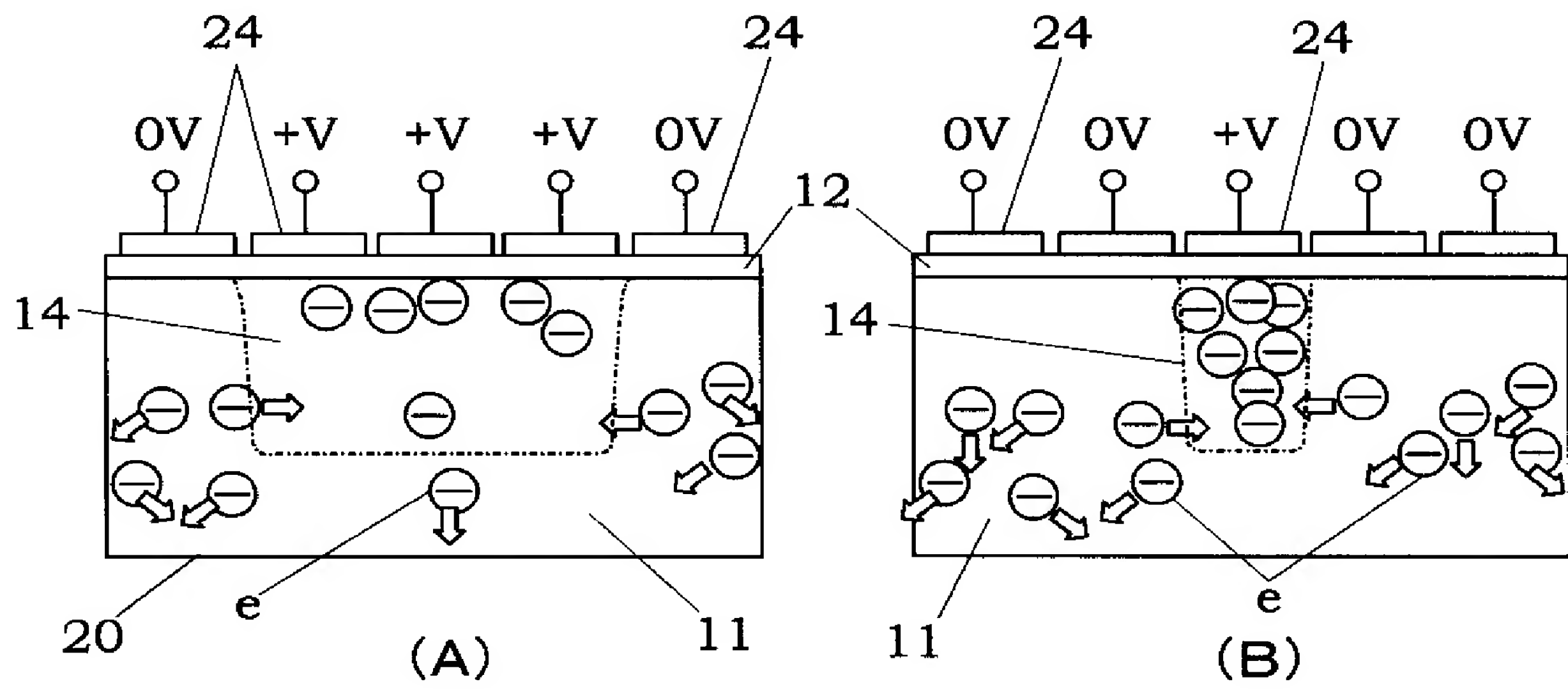
- [6] 請求項2の空間情報検出装置において、上記制御手段は、各光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積が点滅光の点滅のタイミングと同期して変化するように、前記少なくとも1つの電極に印加される制御電圧を制御する。
- [7] 請求項6の空間情報検出装置において、上記制御手段は、一方の光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積が消灯期間より点灯期間において大きく、他方の光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積が点灯期間より消灯期間において大きくなるように、各光電変換部の前記少なくとも1つの電極に印加される制御電圧を制御する。
- [8] 請求項7の空間情報検出装置において、上記制御手段は、点灯期間において一方の光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積が、消灯期間において他方の光電変換部に形成される電荷蓄積部の面積に等しくなるように、各光電変換部の前記少なくとも1つの電極に印加される制御電圧を制御する。
- [9] 請求項4の空間情報検出装置はさらに、上記振幅画像生成部で生成された振幅画像に基づいて、対象空間内に存在する物体の特徴量を抽出する特徴量抽出部と、前記特徴量をあらかじめ作成したテンプレートと照合して類似度を算出する類似度演算部と、前記類似度が所定値以上である時、前記物体をテンプレートに相当する対象物として認識する対象認識部とを備える。
- [10] 請求項9の空間情報検出装置において、上記物体は顔であり、空間情報検出装置はさらに顔の特徴量に基づいて事前に作成した顔テンプレートを記憶するテンプレート記憶部を備え、上記対象認識部は、特徴量抽出部によって抽出された顔の特徴量とテンプレート記憶部に記憶された前記顔テンプレートとの間の類似度が所定値以上である時、前記顔が顔テンプレートに相当する人であると認識する。
- [11] 請求項4の空間情報検出装置は、上記変調信号の位相における異なる2区間の少なくとも一方において電荷蓄積部によって集積された電荷量を所定の閾値と比較する飽和判定部と、その比較結果に基づいて、上記受光強度に相当する電気出力を調節する出力調節手段を備える。

- [12] 請求項11の空間情報検出装置において、上記出力調節手段は、電荷量が閾値より大きい時、光電変換部の電気出力を減らす。
- [13] 請求項4の空間情報検出装置は、上記変調信号の位相における異なる2区間の少なくとも一方において電荷蓄積部によって集積された電荷量を所定の閾値と比較する飽和判定部を備え、上記評価部は、電荷量が閾値より大きい時、上記差分に代えてあらかじめ設定された差分値を用いて対象空間を評価する。
- [14] 請求項4の空間情報検出装置は、上記変調信号の複数周期に相当する蓄積時間において、上記変調信号の位相における異なる2区間の各々で蓄積された電荷量を所定の閾値と比較する飽和判定部と、その比較結果に基づいて前記蓄積時間を変化させ、上記受光強度に相当する電気出力を調節する出力調節手段を備える。
- [15] 請求項4の空間情報検出装置は、上記変調信号の1周期において、上記変調信号の位相における異なる2区間の各々で蓄積された電荷量を所定の閾値と比較する飽和判定手段と、その比較結果に基づいて異なる2区間の少なくとも一方の長さを変化させ、上記受光強度に相当する電気出力を調節する出力調節手段を備える。

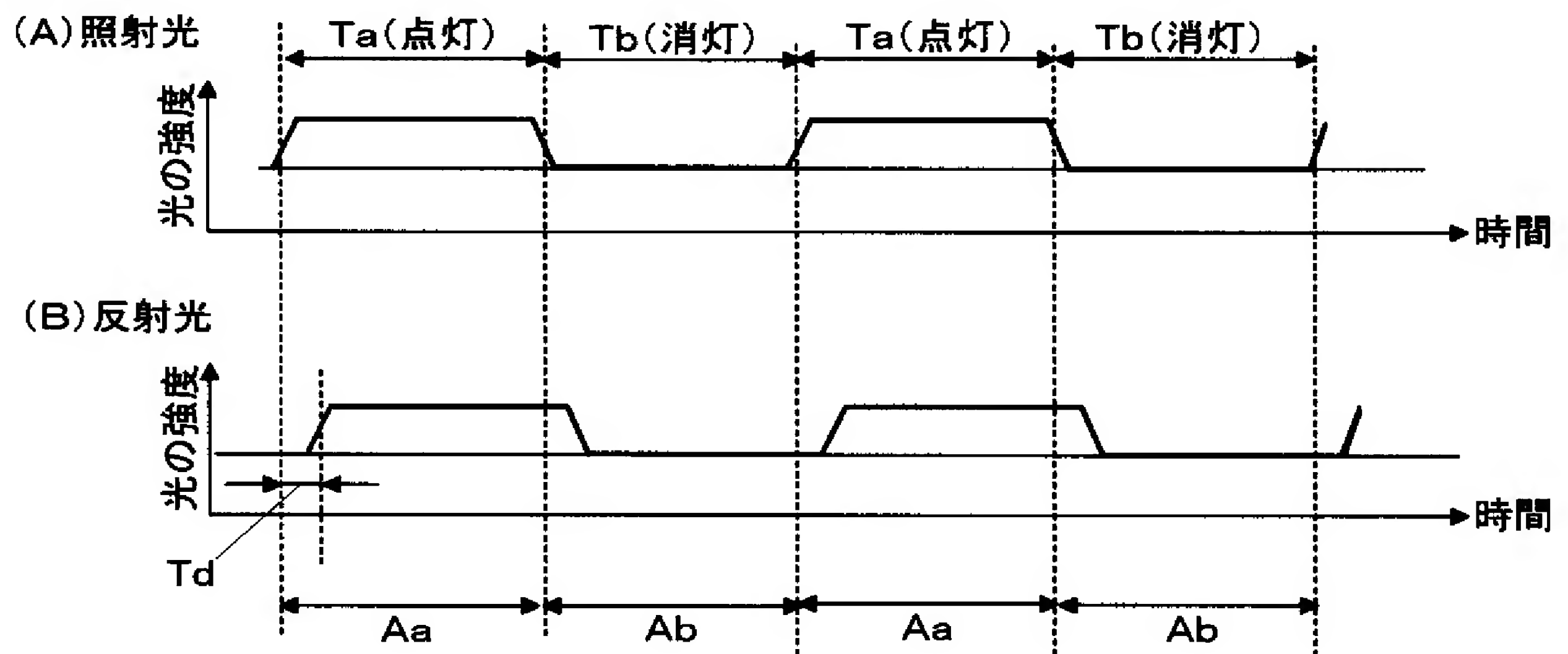
[図1]



[図2]

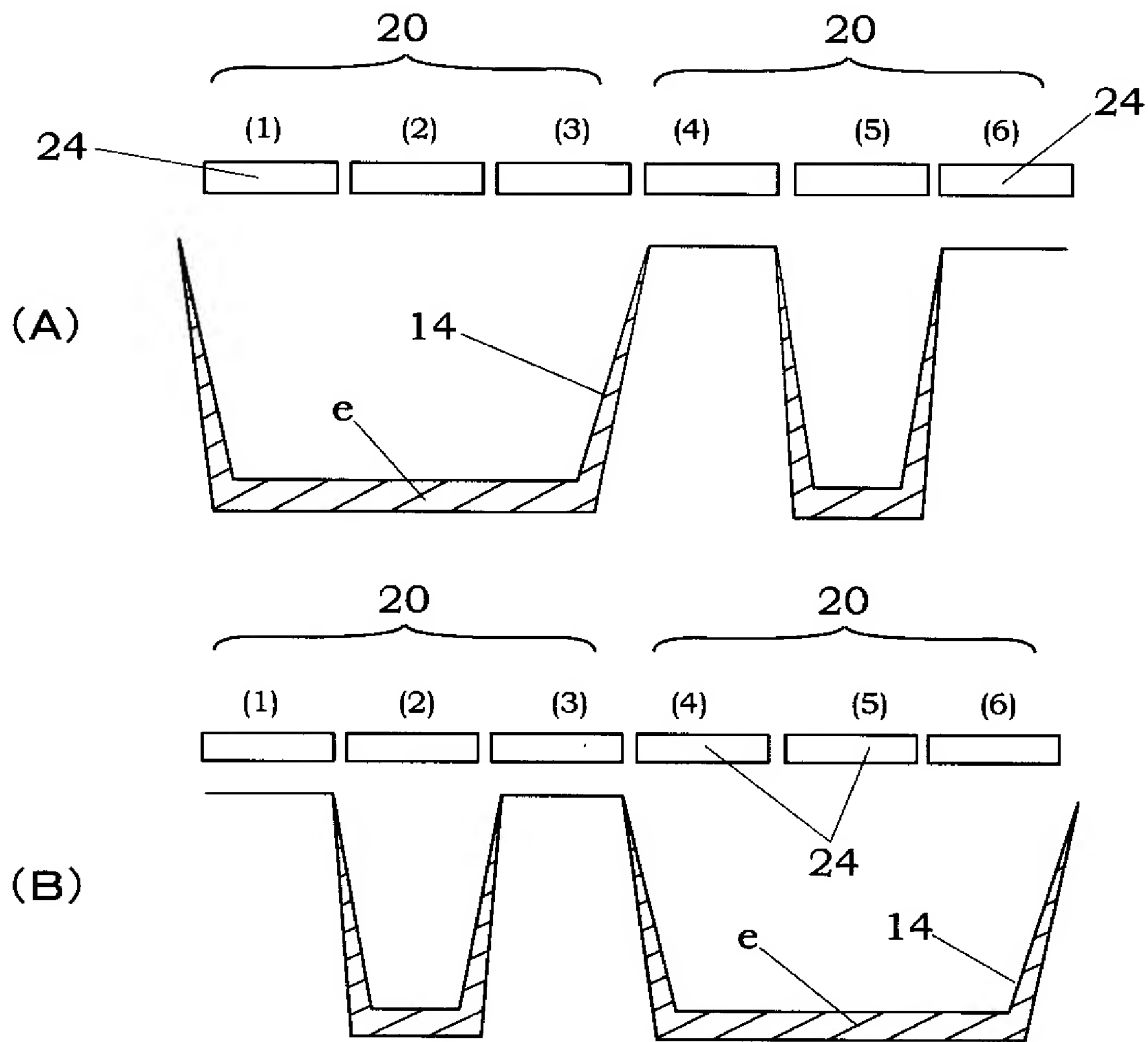


[図3]

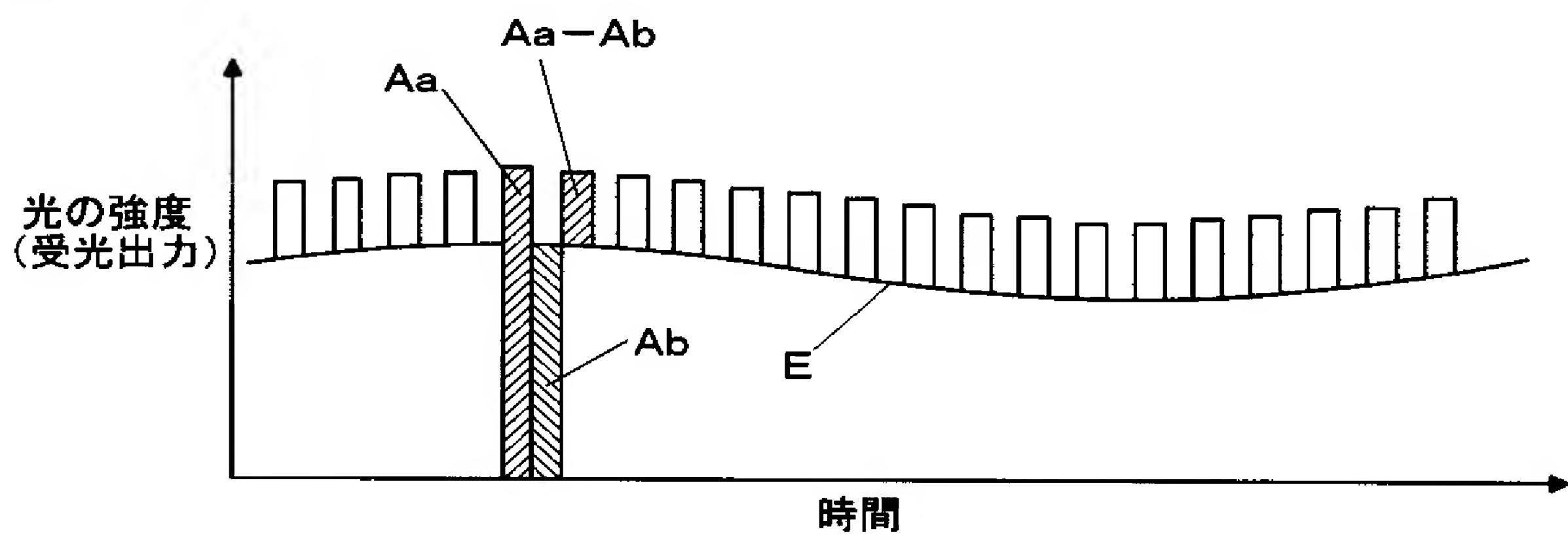




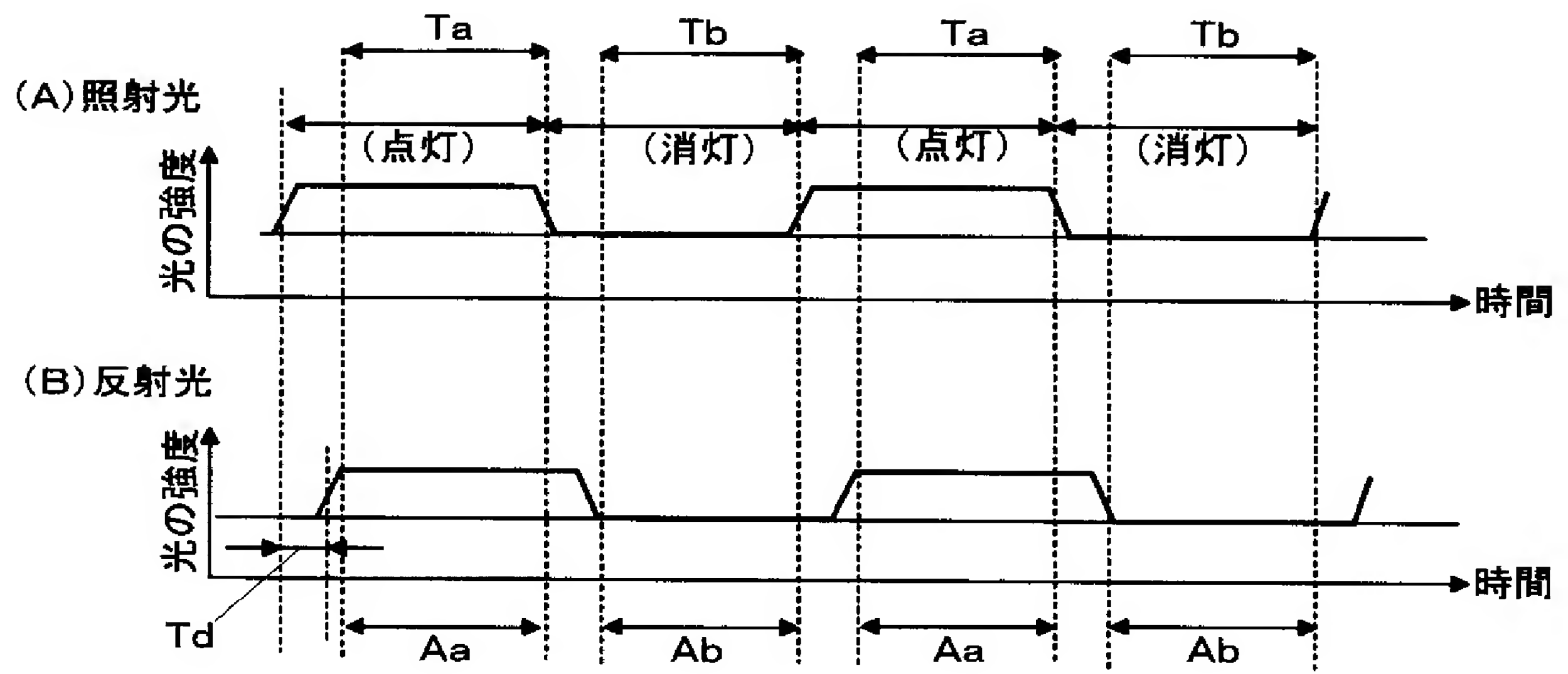
[図4]



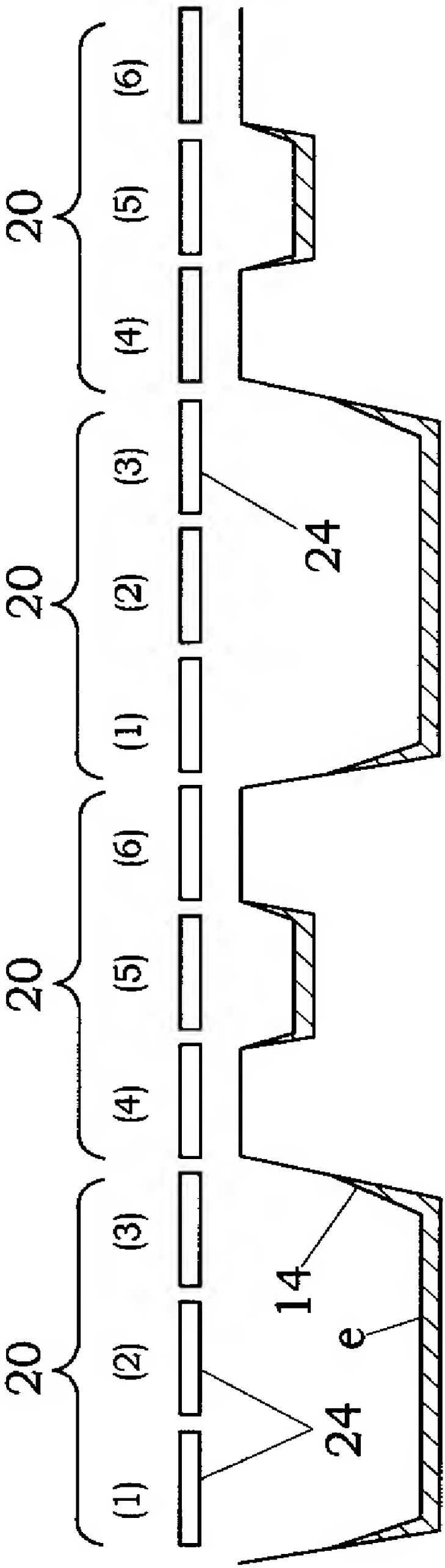
[図5]



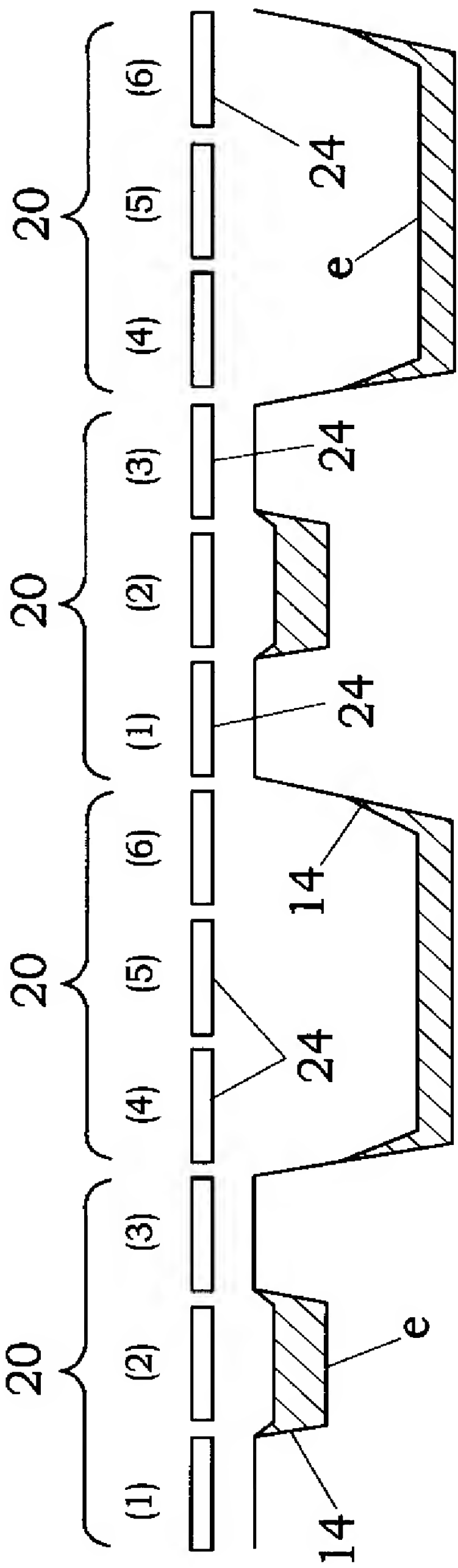
[図6]



[図7]

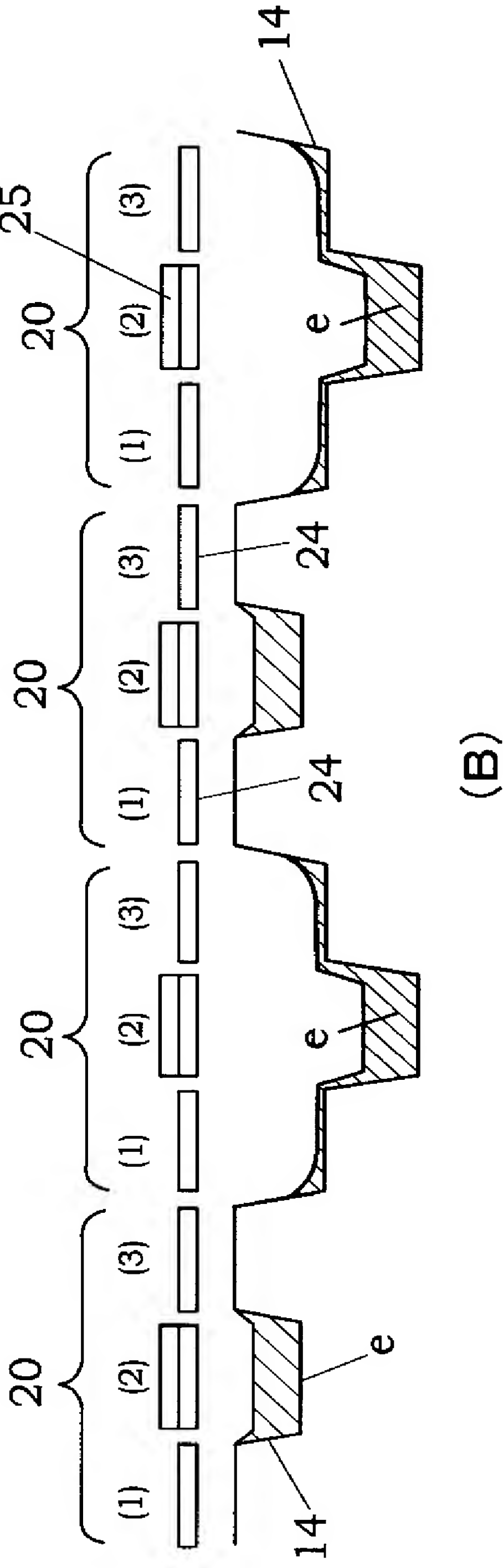
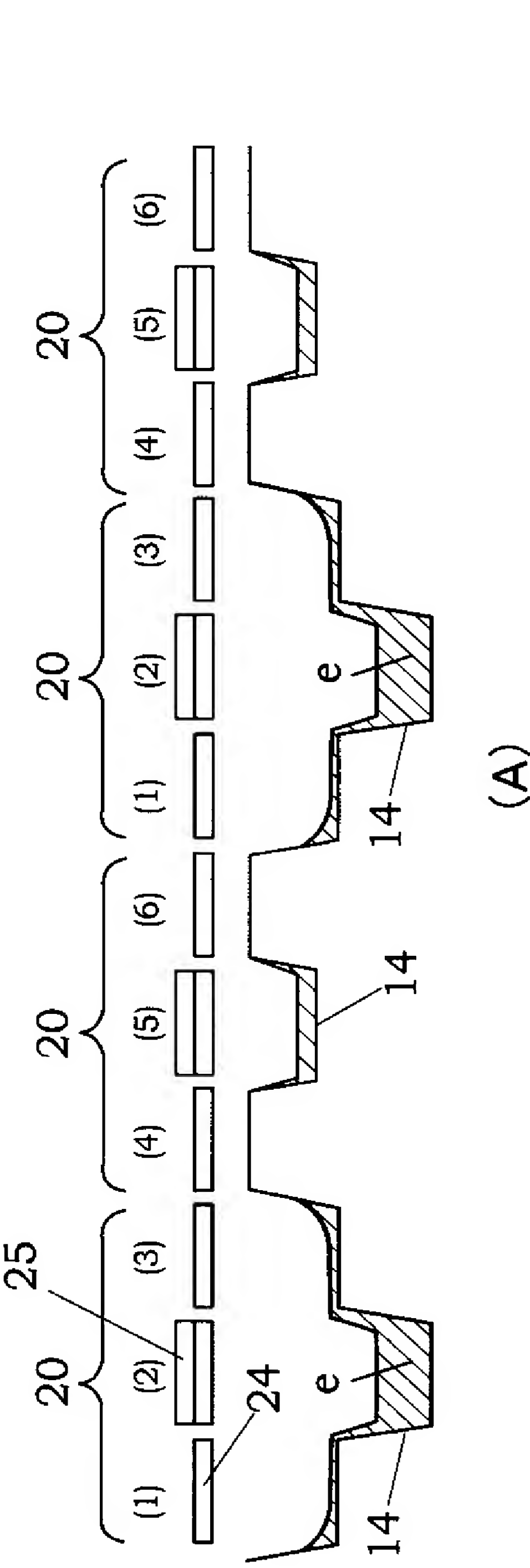


(A)



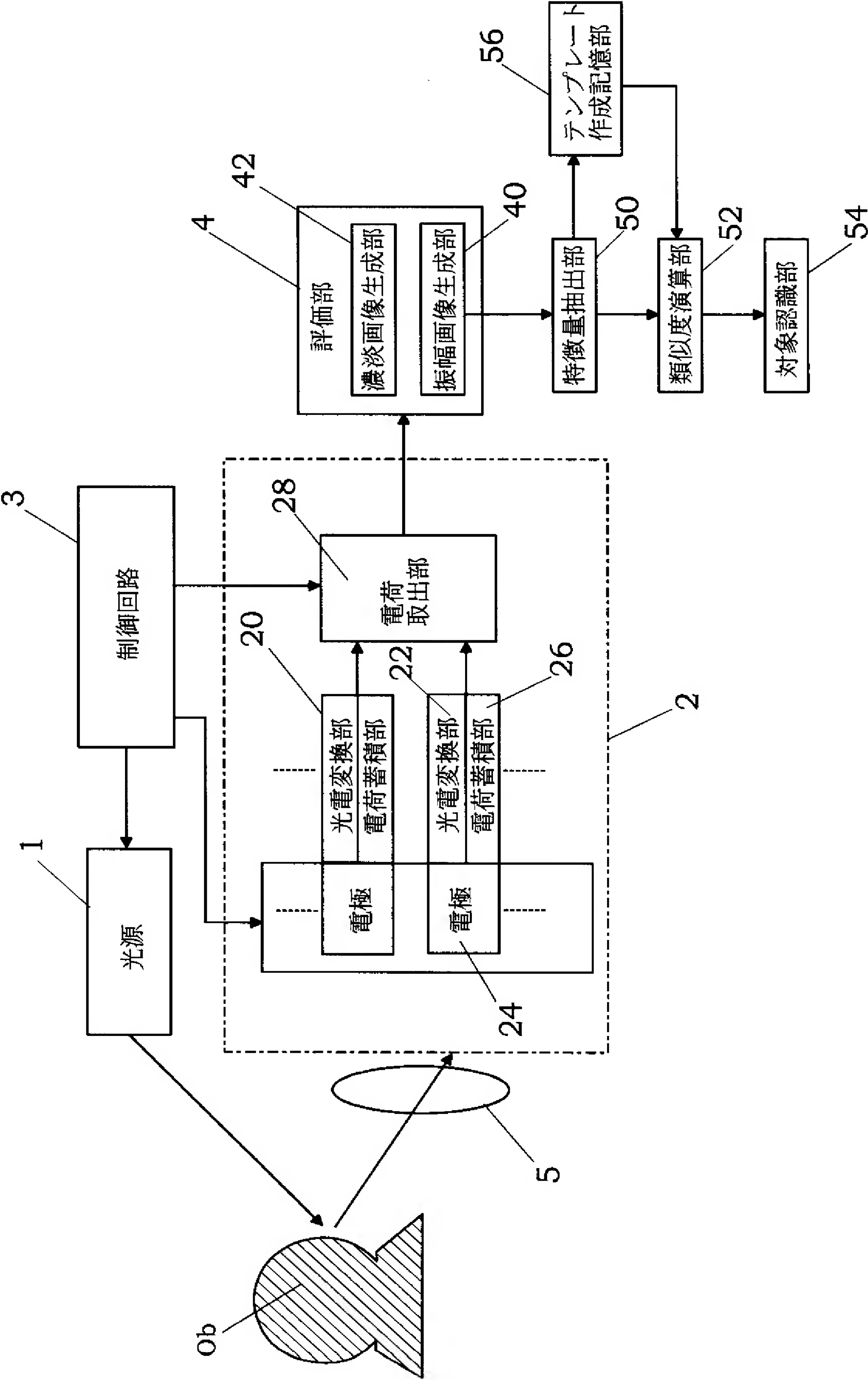
(B)

[図8]





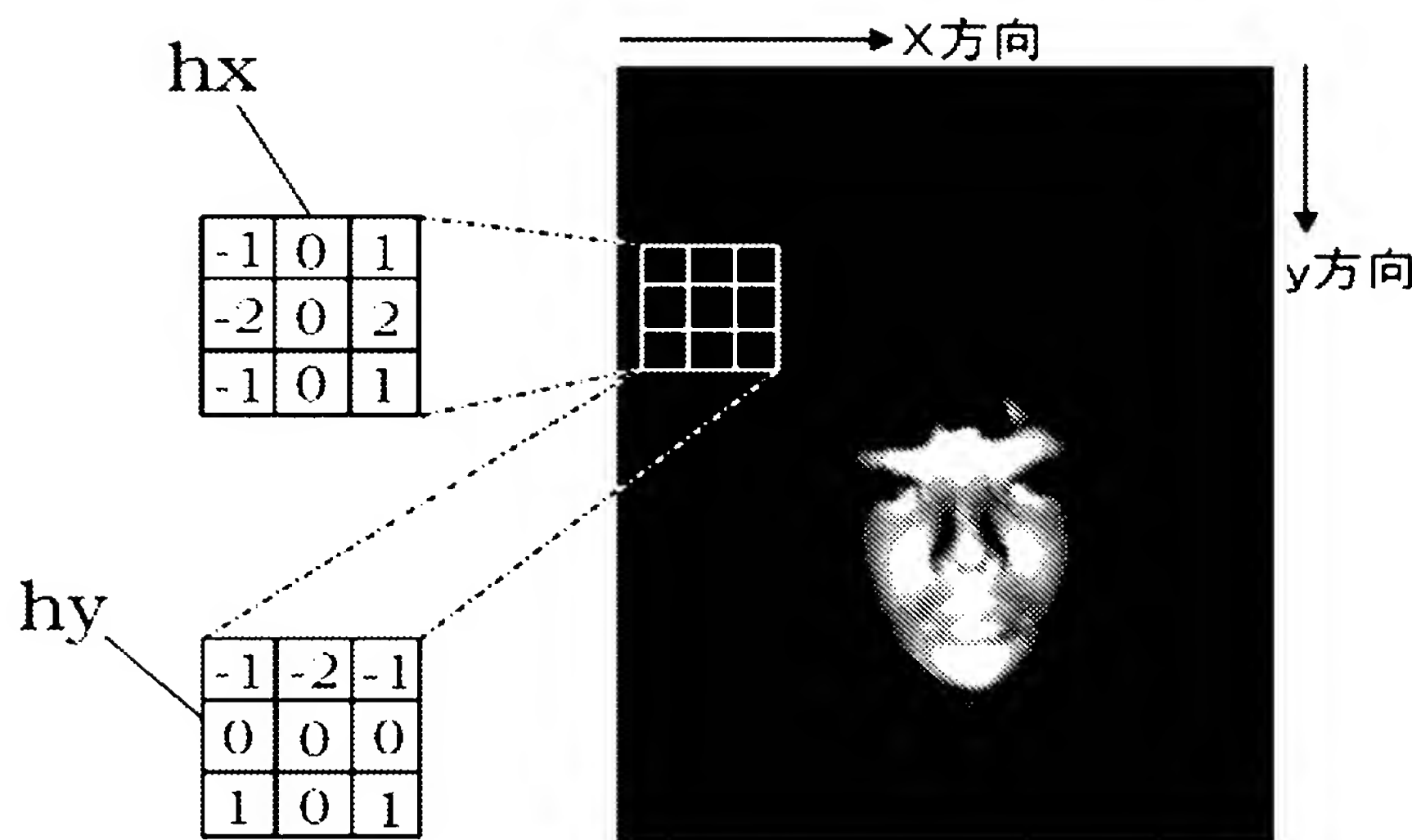
[図9]



[図10]



(A)



(B)



(C)



(D)

[図11]

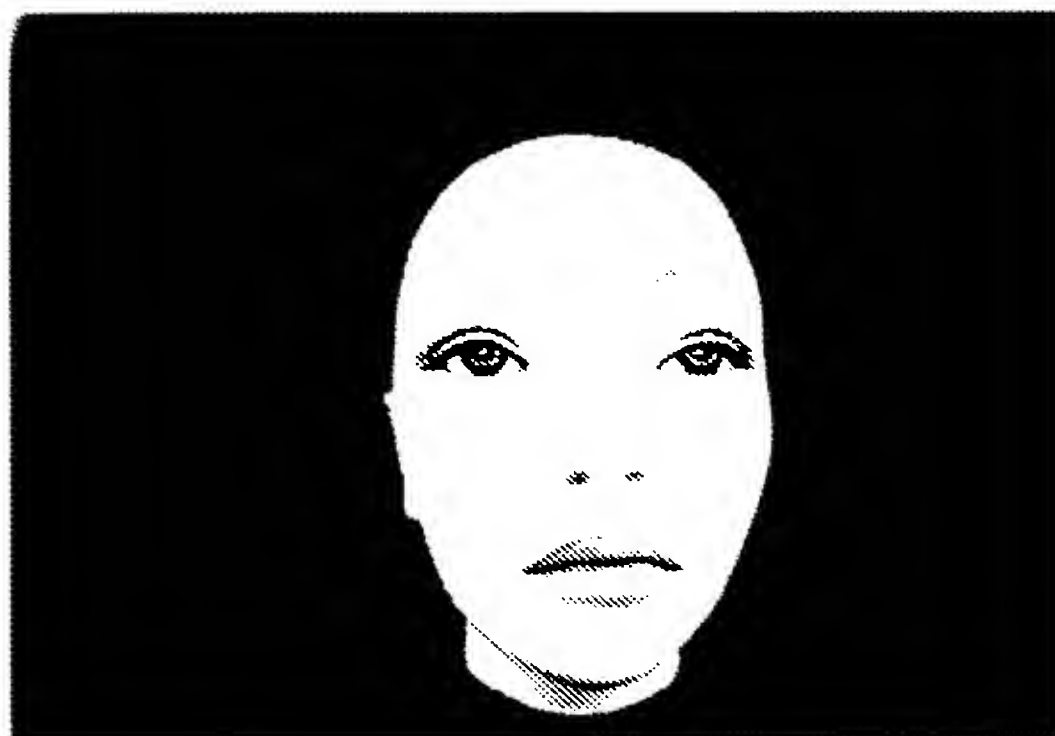
p1	p2	p3
p4	p5	p6
p7	p8	p9

(A)

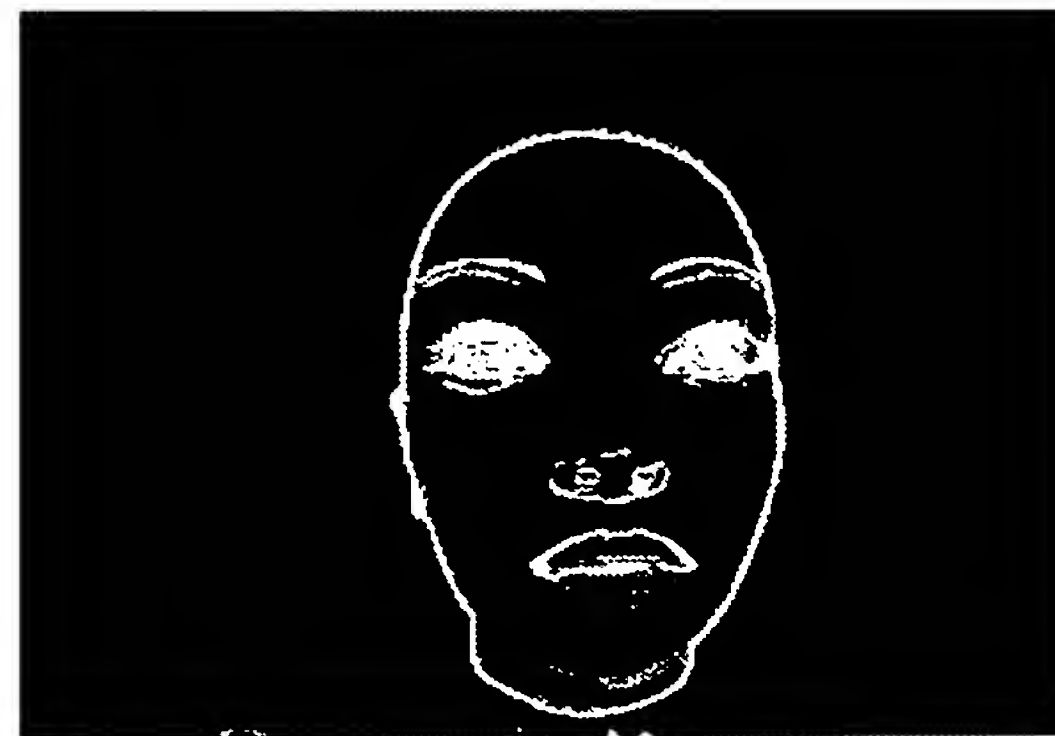
a	b	c
d	e	f
g	h	i

(B)

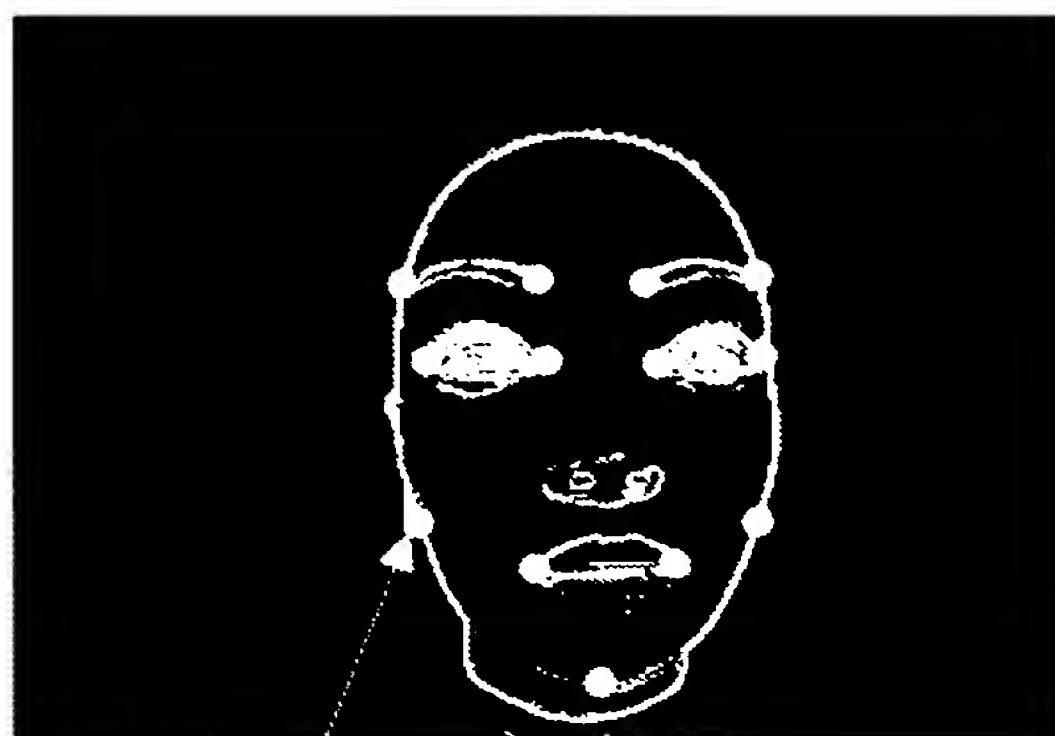
[図12]



(A)



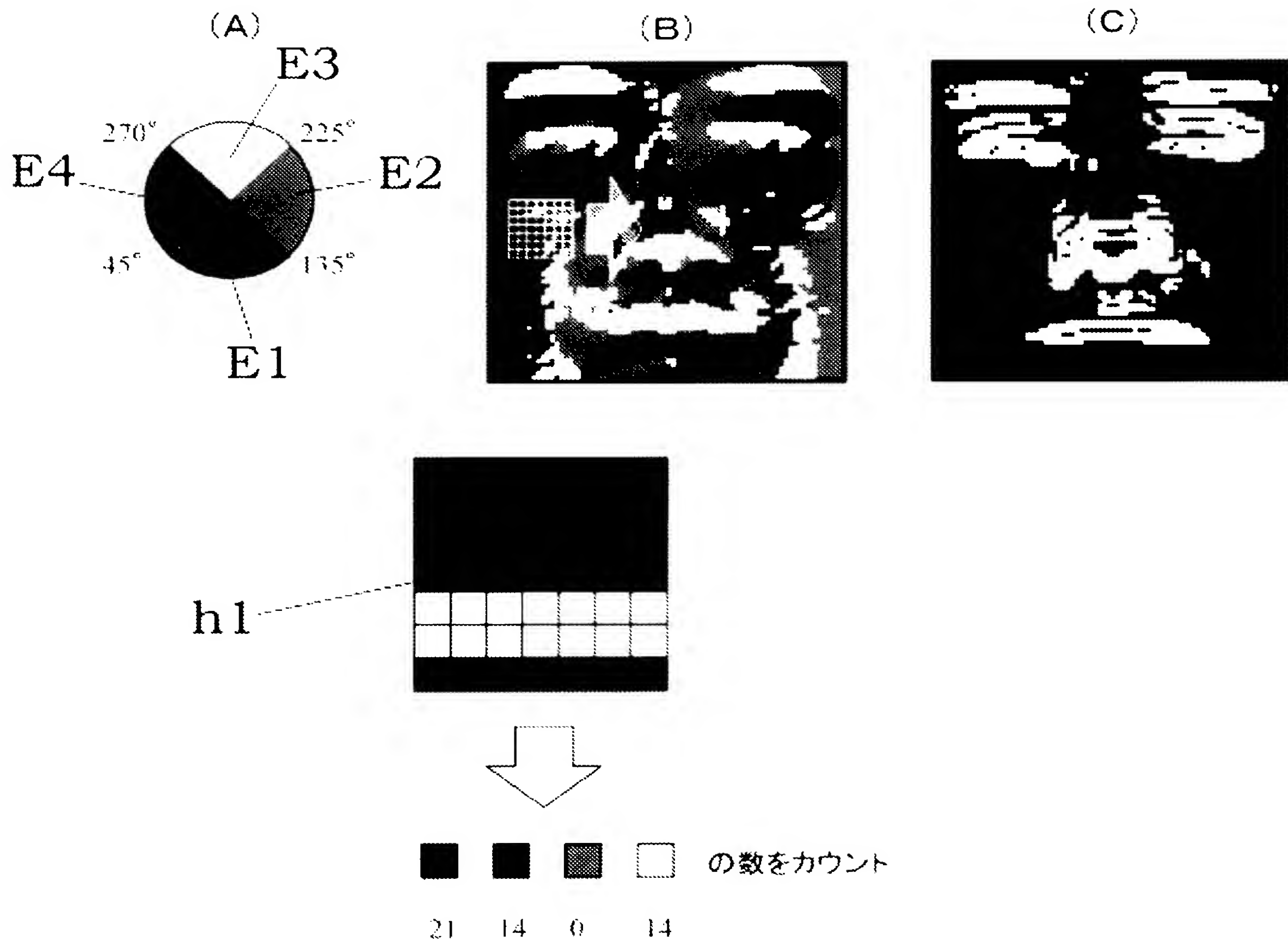
(B)



(C)

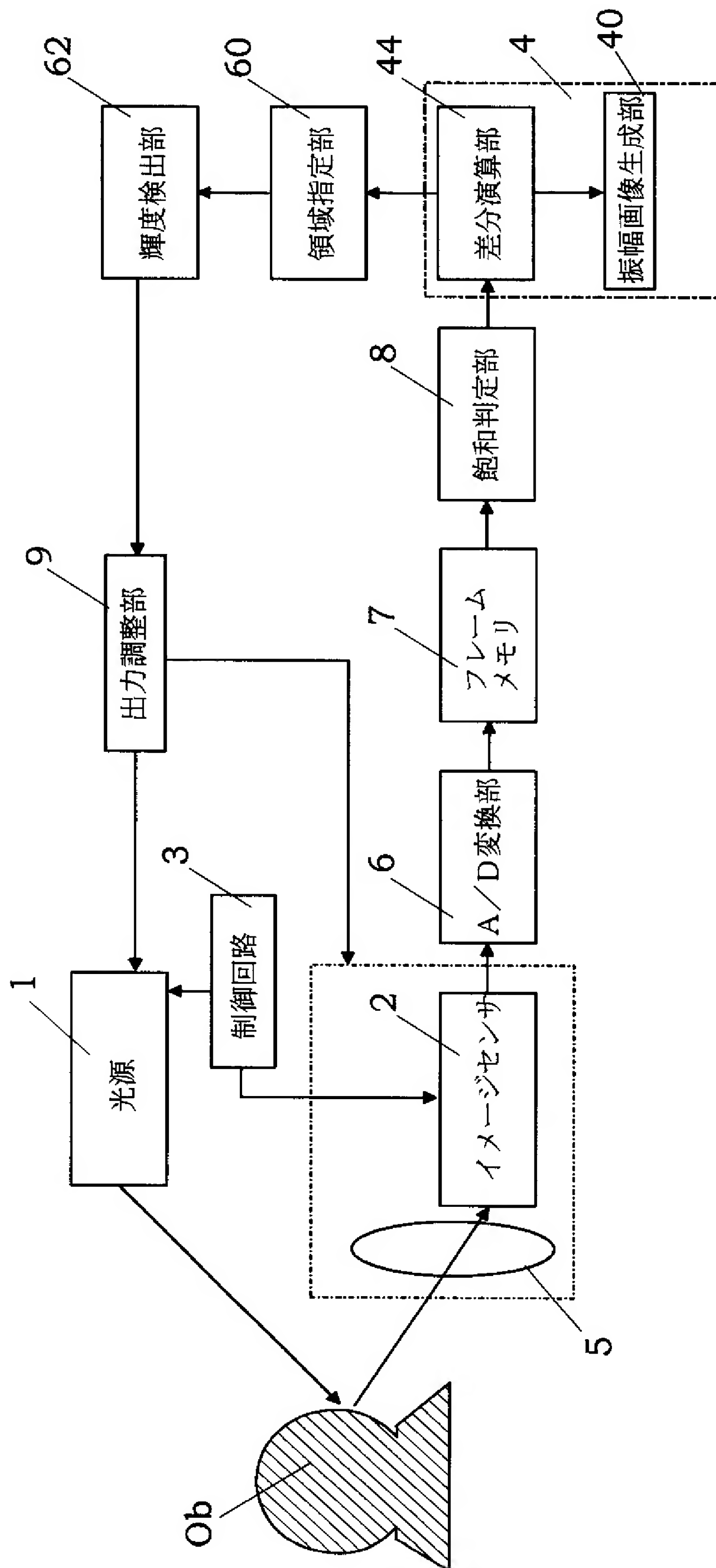
C

[図13]

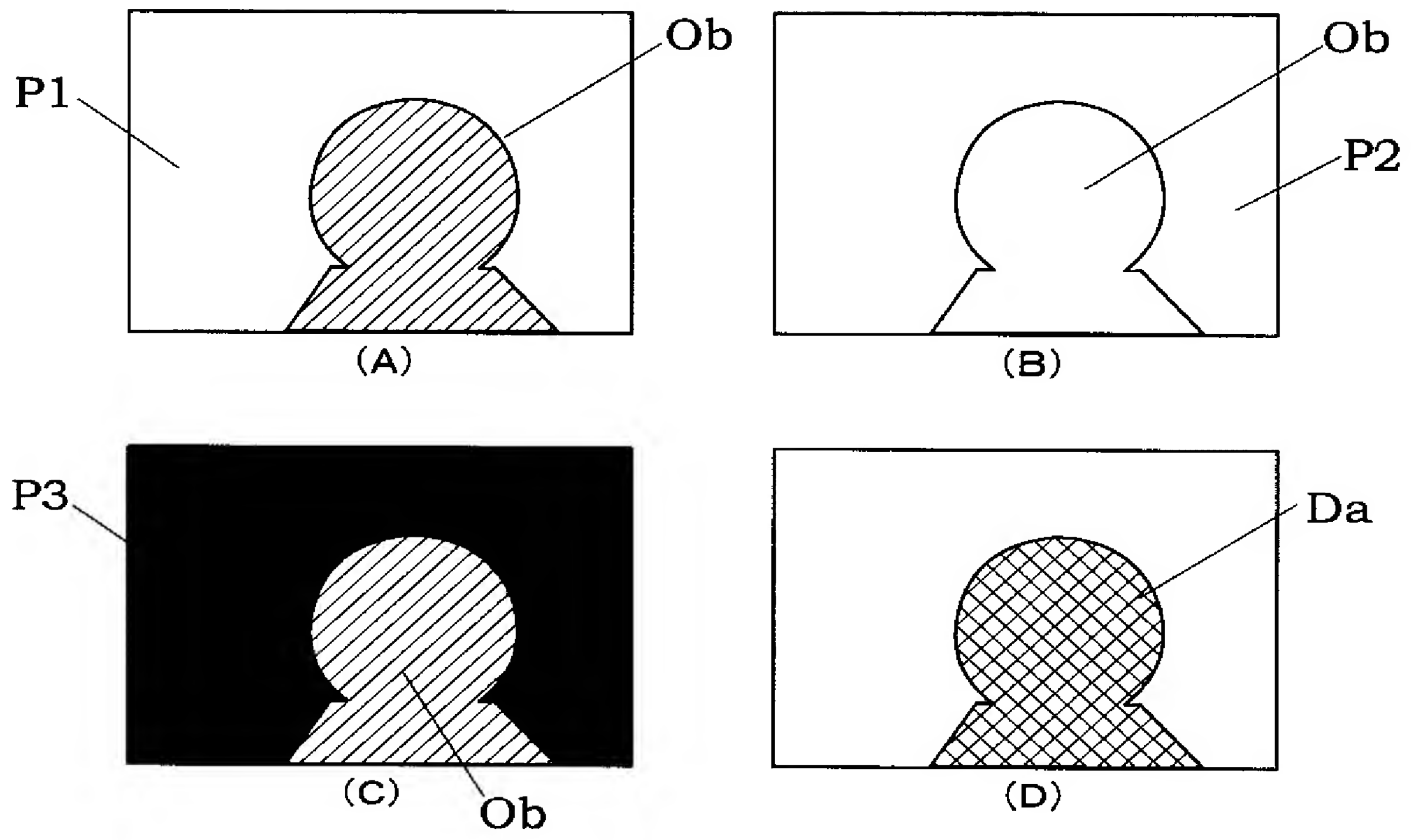




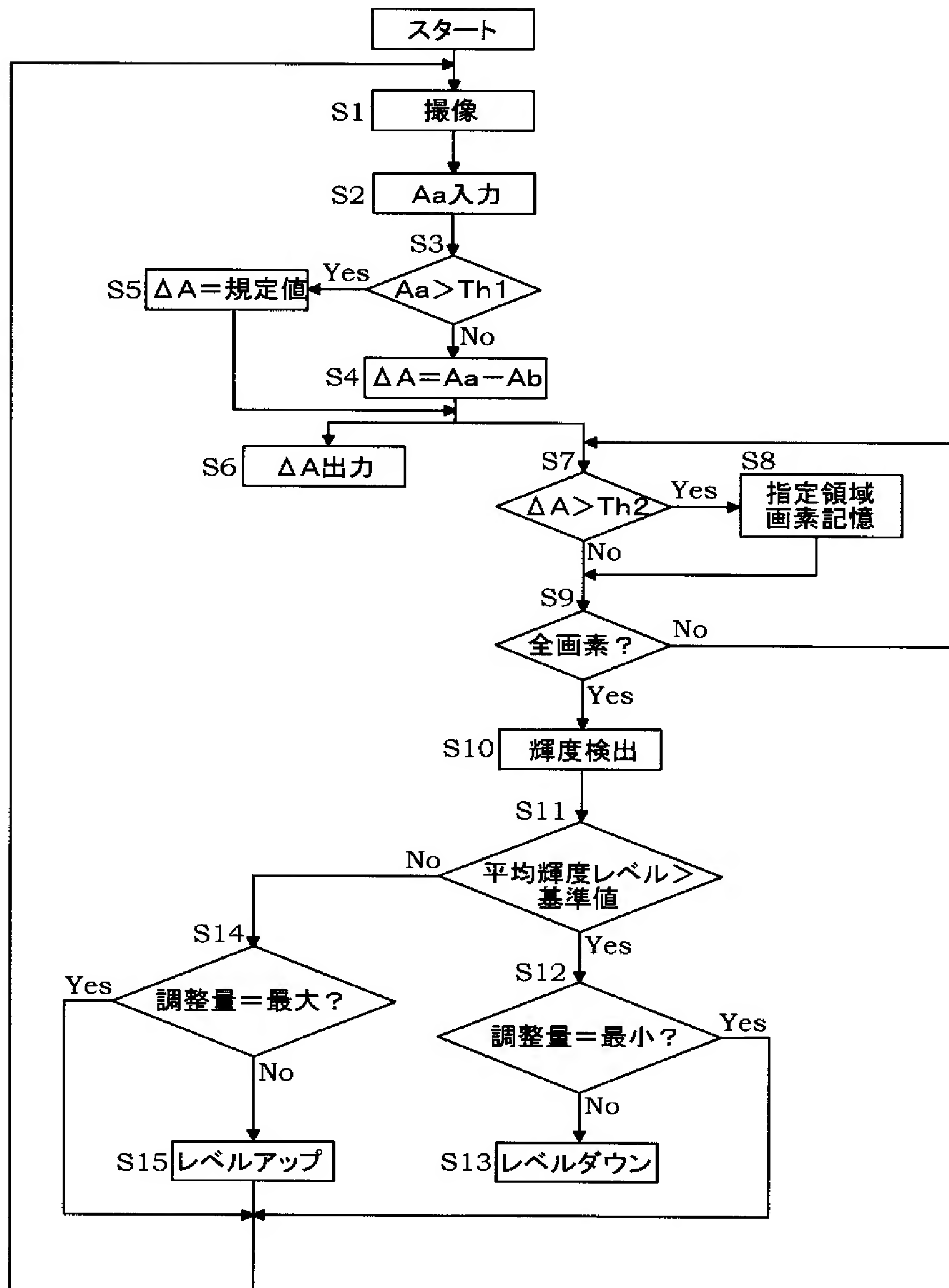
[図14]



[図15]



[図16]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/019516

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**H04N5/335**(2006.01) , **G06T7/00**(2006.01) , **H01L27/148**(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

**H04N5/335**(2006.01) , **G06T7/00**(2006.01) , **H01L27/148**(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2004/090994 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) , 21 October, 2004 (21.10.04) , Page 19, line 11 to page 23, line 13 & JP 2004-309310 A & US 2004/195493 A1	1-3 , 6-8 4-12 , 14 , 15 13
Y	JP 2001-148808 A (Kunihiro WATANABE) , 29 May, 2001 (29.05.01) , Full text & EP 1102324 A1	4 , 5
Y	JP 2003-58888 A (Secom Co., Ltd.) , 28 February, 2003 (28.02.03) , Full text (Family: none)	9 , 10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T”

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X”

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y”

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&amp;”

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 January, 2006 (20.01.06)

Date of mailing of the international search report

31 January, 2006 (31.01.06)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/019516

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-298801 A (Victor Company Of Japan, Ltd.) , 29 October, 1999 (29.10.99) , Par. Nos. [0033] to [0038] (Family: none)	11, 12, 14, 15
A	JP 9-251534 A (Toshiba Corp.) , 22 September, 1997 (22.09.97) , Full text & US 5982912 A	4, 5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C)) Int.Cl. H04N5/335(2006.01), G06T7/00(2006.01), H01L27/148(2006.01)			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C)) Int.Cl. H04N5/335(2006.01), G06T7/00(2006.01), H01L27/148(2006.01)			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	WO 2004/090994 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 2004.10.21, 第19頁第11行-第23頁第13行 & JP 2004-309310 A & US 2004/195493 A1	1-3, 6-8	
Y A		4-12, 14, 15 13	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 20.01.2006		国際調査報告の発送日 31.01.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 松田 岳士 電話番号 03-3581-1101 内線 3581	5 P 3137

## C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-148808 A (渡辺 國寛) 2001. 05. 29, 全文 & EP 1102324 A1	4, 5
Y	J P 2003-58888 A (セコム株式会社) 2003. 02. 28, 全文 (ファミリーなし)	9, 10
Y	J P 11-298801 A (日本ビクター株式会社) 1999. 10. 29, 段落【0033】-【0038】 (ファミリーなし)	11, 12, 14, 15
A	J P 9-251534 A (株式会社東芝) 1997. 09. 22, 全文 & US 5982912 A	4, 5